Physiologische Briefe.

Erste Abtheilung.

Physiologische Briefe

für

Gebildete aller Stände

von

Carl Vogt.

Stuttgart und **Tübingen.**

J. G. Cotta'scher Verlag.

1847.

195.9

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Buchdruckerei der J. G. Cotta'schen Buchhandlung in Stuttgart.

Inhalt.

			Seite
Einleitung			1
1.	Brief.	Der Kreislauf des Blutes	10
2.	„	Das Blut, die Lymphe und der Chylus	28
3.	„	Die Verdauung	42
4.	„	Nahrungsmittel	59
5.	„	Die Athmung	75
6.	„	Die Absonderung	92
7.	„	Die Auffaugung	111
8.	„	Die thierische Wärme	127
9.	„	Das Nervensystem	145
10.	„	Die Funktionen der Nerven	160
11.	„	Die Centraltheile des Nervensystemes	181
12.	„	Nervenkraft und Seelenthätigkeit	201
13.	„	Das Auge	214
14.	„	Die übrigen Sinne	239
15.	„	Die Bewegungen	250
16.	„	Die Stimme und Sprache	268
17.	„	Das Geschlecht	281
18.	„	Die Zeugung der Thiere	300
19.	„	Die Zeugung des Menschen	319
20.	„	Das Ei im Eileiter. Die Zellenbildung	329
21.	„	Das Ei und seine Hüllen in der Gebärmutter	349
22.	„	Der Embryo, seine Uranlagen und sein Nervensystem	370
23.	„	Die Sinnesorgane	387
24.	„	Das Skelett	401
25.	„	Die Eingeweide	418
26.	„	Das Blutgefäßsystem	432
27.	„	Allgemeine Uebersicht	450
28.	„	Die Mißbildungen	466
29.	„	Der Umlauf des Lebens	479

Physiologische Briefe

für

Gebildete aller Stände

von

Carl Vogt.

Erste Abtheilung.

Stuttgart und **Tübingen.**

J. G. Cotta'scher Verlag.

1845.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Buchdruckerei der J. G. Cotta'schen Buchhandlung in Stuttgart.

Bayerische
Staatsbibliothek
MÜNCHEN

Ein eigener Geist weht durch die Naturforschung unserer Tage. Wer so das Leben und Treiben innerhalb des großen Bienenhauses in der Nähe ansieht, der erstaunt ob des geschäftigen Brummens, des rastlosen Eifers der Arbeitenden, wie sie Honig und Wachs von allen Seiten herzutragen, einander drängen und stoßen, oft sogar sich gegenseitig ereifern und den Platz streitig machen. Dort erobert sich Einer eine Zelle, die er allein ausbauen will; hier führen ein paar Andere gemeinschaftlich ein Stück Wabe aus; diese schwitzen als Handlanger, jene ordnen als Baumeister, und nirgends scheint noch für kommende Kräfte Raum. Und die Hälfte der Zellen sind schadhaft, die einen unausgebaut, die anderen verlassen, jene wieder übermäßig ausgedehnt und der Beschauer mit Loupe und Vergrößerungsglas verliert sich unter den Einzelheiten all; er weiß nicht wohin das Gewirre und Getreibe führen soll und geht kopfschüttelnd von dannen. In einiger Entfernung aber dreht er noch einmal sich um und nun gewahrt er die künstliche Anordnung der Waben, die sinnige Benutzung des angewiesenen Platzes, die regelrechte Verfolgung eines gewissen, vorgesteckten Planes. In ähnlicher Weise treiben die Naturwissenschaften vorwärts. Anhäufung unendlichen Materials von allen Seiten her und Anerkennung dieses Strebens nach Mehrung unserer positiven Kenntnisse bilden den wesentlichen Theil der Förderungen, welche sie erhalten; aber gewisse Zielpunkte geben sich überall kund, nach welchen man strebt, um welche man, als Centren, die Massen zu gruppiren sucht. Gerade das Aufstecken solcher Zielpunkte, das Ordnen der neu zu beginnenden Untersuchung ist es, welches das naturwissenschaftliche Streben unserer Zeit auszeichnet, und es kann

nur der Ausdruck einer allgemein verbreiteten Ueberzeugung seyn, wenn ein berühmter Chemiker sagt: „Jede naturwissenschaftliche Arbeit, welche einigermaßen den Stempel der Vollendung an sich trägt, läßt sich im Resultate in wenig Worten wiedergeben. Allein diese wenigen Worte sind unvergängliche Thatsachen, zu deren Auffindung zahllose Versuche und Fragen erforderlich waren; die Arbeiten selbst, die mühsamen Versuche und verwickelten Apparate fallen der Vergessenheit anheim, sobald nur die Wahrheit ermittelt ist; es sind die Leitern, die Schachte und Werkzeuge, welche nicht entbehrt werden konnten, um zu dem reichen Erzgange zu gelangen; es sind die Stollen und Luftzüge, welche die Gruben von Wassern und bösen Wettern frei halten. Eine jede, auch die kleinste Arbeit, wenn sie auf Beachtung Ansprüche macht, muß heut zu Tage diesen Charakter an sich tragen; aus einer gewissen Anzahl von Beobachtungen muß ein Schluß, gleichgültig, ob er viel oder wenig umfasse, gezogen werden können."

Sind wir in der Physiologie so weit gekommen, daß wir diese Worte auch auf uns anwenden können? Haben wir die Gesetze des Lebens so weit erforscht, daß wir sagen können, wir besitzen sichere Resultate? Die Antwort auf eine solche Frage ist schwer. Bejahung könnte für Uebermuth, Verneinung für Mißachtung des Geschehenen gehalten werden.

Die Aufgabe der Physiologie ist verwickelter, als die irgend einer andern Wissenschaft. Ist ja doch der Organismus an sich, sey er nun pflanzlich oder thierisch, und vor Allem der letztere das Meisterstück des schöpferischen Gedankens, und seine Existenz, sein Leben nur durch das Zusammenwirken der mannichfachsten Kräfte möglich. Die kunstreiche Anordnung des menschlichen Körpers im Aeußern wie im Innern, die Menge der verschiedenen Organe, welche wir an ihm sehen, das harmonische Ineinandergreifen seiner Muskeln, Gefäße und Nerven erscheinen aber noch als rohe Verhältnisse, wenn man mit dem Mikroskope in die Geheimnisse der Struktur unserer Körpertheile eindringt, wenn man die tausend und aber tausend Fäden untersucht, aus

denen ein einziger Muskel, eine dünne Sehne gewebt ist, wenn die Millionen Kügelchen und Zellen der Oberhäute und Flüssigkeiten vor das erstaunte Auge treten, und in allen diesen kleinsten Theilen, deren Einzelnheiten oft selbst unsern vervollkommneten Instrumenten entgeht, eine Gesetzmäßigkeit des Baues, eine innere Zweckmäßigkeit erkannt wird, die bei dem Untersucher, der ihr gegenüber tritt, nur das Gefühl seiner Ohnmacht zurücklassen kann. Es ist wohl schon manchem begegnet, daß er kleinmüthig Messer und Loupe auf die Seite gelegt und seufzte: All unser Streben ist eitel und unser Wissen Stückwerk!

Indeß wenn auch Einzelne unter den Schwierigkeiten gebeugt werden, so sind diese doch für die Forscher im Ganzen mehr Reize zu größeren Anstrengungen. Nach allen Seiten hin sieht man sich um Hülfe in andern Wissenschaften um, und diese sind dann auch nicht karg, sie überall zu gewähren, wo sie vernünftiger Weise gefordert werden kann. Es hat der Physiologie unendlich viel Schaden gebracht, daß sie sich abschließen wollte, daß sie behauptete, das Leben kenne die Gesetze der anorganischen Natur nicht; es könne nur aus sich selbst und durch sich selbst begriffen werden. Mit solchen Ansichten war ferneren Fortschritten die Bahn abgeschnitten, denn wo man auf eine unerklärliche Thatsache, eine räthselhafte Erscheinung stieß, da war gleich die Eigenthümlichkeit der Lebenskraft, das unerforschliche Walten des organischen Lebens da, um die Wißbegierde aufzuhalten und ihr zu sagen: begnüge dich damit, daß das organische Leben nur seine eigenen Gesetze kennt. Erst seitdem man diese Richtung verlassen und angefangen hat, überall zuerst die Erscheinungen aus den analogen der anorganischen Natur zu erklären, und die Gesetze, welche in dieser letzteren gelten, auch in den Erscheinungen des organischen Lebens aufzusuchen sich bestrebt, erst seit dieser Zeit hat die Physiologie wahrhafte Fortschritte in der Richtung gemacht, die wir oben bezeichneten. Und weit davon entfernt, in einen todten Mechanismus zu verfallen, wie man der neuern physiologischen Richtung so oft vorwarf, ist sie es gerade, welche uns zu der tiefsten Ehrerbietung vor den im

organischen Reiche herrschenden schöpferischen Gedanken zwingt. Wahrlich, wenn man dem Spiele der auf so einfache Art angewendeten Kräfte seine Aufmerksamkeit widmet, wenn man sieht, wie die Gesetze, welche die Bewegung des Weltalls und seiner Gestirne regieren, auch bei unseren Bewegungen ihre Anwendung finden, wie alle Ressourcen, die nur erdacht werden können, mit unendlicher Weisheit an der Maschine des Organismus angebracht sind, dann wird man zur Verehrung des Planes hingerissen, der so folgerecht aus den einfachsten Ursachen die herrlichsten Wirkungen zu entwickeln vermag.

Diesen einfachen Kräften und ihrem Spielraume in dem Organismus nachzuspüren ist die Aufgabe der Physiologie, der Lehre vom Leben. Zu ihrer Erforschung wendet sie theils die Beobachtung, theils den Versuch an und jeder Fortschritt in den hülfreichen Doctrinen kann nicht ohne Rückwirkung auf die physiologische Wissenschaft bleiben. Der Physik entlehnt sie die Erklärung der Bewegungen, der Sinneseindrücke. Bei ihr findet sie die Gesetze des Pendels, nach welchen unsere in Bewegung gesetzten Glieder schwingen; bei ihr die Statik des Hebels, auf welcher die Erklärung der Bewegung unserer Knochen beruhen. Bei der Physik holen wir uns Rath über die mechanische Seite des Kreislaufes, über die Thätigkeit des Herzens, der Gefäße; von dort aus erhalten wir unsere Resultate über die optischen Gesetze des Auges, die akustischen Einrichtungen des Gehör- und Stimmorganes. Der Physik verdanken wir die wichtigen Thatsachen über die Anwendung des luftleeren Raumes bei der Construktion unserer Gelenke. Die Chemie öffnet noch ein weiteres Feld der Untersuchung. Verdauung und Aufsaugung, Ernährung, Absonderung und Athmung, alle vegetativen Prozesse im Allgemeinen, welche die Erhaltung des Individuums bezwecken, alle diese Prozesse gehören dem Chemiker als gemeinschaftliches Gebiet an und können nur mit seiner Beihülfe erläutert und verstanden werden.

Den bedeutendsten Einfluß indeß hat das morphologische Studium der Organismen. Anatomie und Physiologie gehen mit

einander Hand in Hand; die eine kann keinen Schritt vorwärts thun, ohne daß ihn die andere mit macht. Allein nicht blos die äußeren Verhältnisse der Lage, Gestalt und Verbindung der Theile unter einander kann dem Physiologen genügen. Der ganze Körper muß nicht nur für ihn, wie für den guten Chirurgen, durchsichtig seyn, so daß er die Lage der Theile kennt, er muß den Körper auch in seinen kleinsten Theilen vergrößert vor Augen sehen, um einem jeden Blutkörperchen auf seinem Wege folgen, und einer jeden Nervenfaser in ihren Schlingenzügen nachgehen zu können. Nur, wenn er auf diesem Punkte steht, nur dann kann er sich zu wirklich freier Anschauung der durch die morphologischen Verhältnisse bedingten Umstände erheben. Man hat das Mikroskop viel und oft verdächtigt; man hat auf die Streitigkeiten hingewiesen, welche bei gewissen Untersuchungen entstanden, und namentlich diejenigen, welche keinen Begriff von dem Instrumente und seiner Behandlung hatten, schrieen am ärgsten ihre Verdammungsurtheile in die Welt hinein. Und dennoch wäre ohne dies unschätzbare Instrument unsere ganze heutige Physiologie noch nicht einmal geboren, geschweige denn in fröhlichem Wachsthum. Es gibt freilich nichts Vollkommenes auf Erden; allein wenn wir falsch sehen, so liegt dies nicht an dem unschuldigen Glase, sondern an uns selbst und an unserer Interpretation des Gesehenen. Wie mancher bittere Streit ist nicht über Dinge entstanden, die nur mit den natürlichen Augen untersucht waren und wo dennoch die größten Beobachtungsfehler mit unterliefen. Sollen wir deßhalb unsere Augen als unbrauchbar ausreißen oder wegwerfen?

Nicht minderen Eifer, als das Mikroskop unter den älteren Bekennern der Wissenschaft, haben oft die physiologischen Versuche in dem Publikum erregt und es gibt wohl wenig Universitätsstädte, wo nicht der Professor der Physiologie die Angriffe der Anti-Thierqualvereine oder ihrer stillschweigenden Verehrer auszuhalten gehabt hätte. Der physiologische Versuch ist der nothwendige Prüfstein unserer Ansichten und die Gewandtheit im Experimentiren, die ein wesentliches Bedingniß für das Gelingen

des Versuches ist, wird nur durch häufige Uebung errungen. Die Anstellung von Versuchen und Vivisektionen ist demnach dem wissenschaftlich thätigen Physiologen eben so unbedingt nöthig, als dem Astronomen das Betrachten des Himmels. Freilich hat man dieses Bedürfniß an einigen Orten ins Luxuriöse getrieben; wohl mancher wird sich erinnern, gewissen Vorlesungen in Frankreichs Hauptstadt beigewohnt zu haben, wo nach der Stunde der Professor von Dutzenden verstümmelter Thierleiber umgeben war und wo die Stärke des Beweises nach der Zahl der Schlachtopfer, die er gekostet, abgeschätzt wurde. Wir haben uns glücklicher Weise in Deutschland von solchen Extremen fern gehalten und wir benützen als Herren der Schöpfung unser Recht oder Unrecht über die Thiere mit mehr Mäßigung. Nichts desto weniger erkennen wir, namentlich für die nur während des Lebens statthabenden Prozesse der Nervenwirkungen und des Blutlaufes den Versuch, die Sektion und die Untersuchung lebender Thiere als eine unentbehrliche klare Quelle unserer Kenntnisse an.

Zwar springt uns eine solche auch in der Pathologie, in der Betrachtung der krankhaften Zustände des menschlichen Körpers; — allein leider fließt sie meist nur trübe. Man sollte glauben, es sey nichts leichter, als das Ziehen klarer physiologischer Schlüsse aus den krankhaften Erscheinungen. Man beobachtet diese oder jene Abweichung von dem Normalzustande, man entdeckt, welches Organ des Körpers dabei angegriffen und verletzt ist; — was natürlicher als nun zu schließen, daß die abnorme Funktion auch dem abnormen Organe angehöre? Allein die Natur stellt ihre Experimente nicht rein an, sie greift mehre Organe zugleich an oder, wenn nur ein einzelnes vorzugsweise leidet, so wird durch die Organisation des Körpers an sich schon das Ganze in Mitleidenschaft gezogen. Es gibt ein einziges Feld in der Physiologie, wo wir einzig und allein auf die aus der Pathologie zu entnehmenden Thatsachen angewiesen sind. Dies ist die Frage über den Zusammenhang der Gehirntheile mit den Geistesthätigkeiten; eine Frage, die man unheilvoller Weise durch die sogenannte Phrenologie ihrem wissenschaftlichen Standpunkte

entrückt und in das Gebiet des Charlatanismus hinüber gepflanzt hat. Den Einfluß des Gehirnes und seiner einzelnen Theile auf die Funktionen des Körpers können wir auch an Thieren untersuchen; allein ein Hund, ein Kaninchen gibt uns keinen Aufschluß über die Veränderungen, welche in seinen geistigen Fähigkeiten vorgehen, nachdem man ihm diesen oder jenen Hirntheil weggenommen hat. Dies könnte einzig nur der Mensch und an dem darf nur die Natur allein experimentiren. Hirnkrankheiten, organische Fehler des Seelenorgans sind nicht selten, sie werden häufig von den Aerzten beobachtet; allein den Sitz der Desorganisation kann man nur an den krankhaften Erscheinungen erkennen, welche sich im Körper zeigen, an den Lähmungen der einzelnen Körpertheile, niemals an den vorkommenden Störungen der Geistesfunktionen. Wir wissen durchaus nichts Positives, absolut Nichts über die Beziehung der einzelnen Gehirntheile zu den Geistesthätigkeiten; in dem einzigen Punkte, wo die Pathologie auf sich selbst angewiesen war, hat sie nichts geleistet. Darf man sich wundern, wenn der Physiologe nur mit Mißtrauen sich ihrer bedient?

Auf solchen Stützen nun, theils wankenden, theils sicheren, ruht das Gebäude der Physiologie. Wir haben uns hier die Aufgabe gestellt es zu durchwandern. Allein schon der größeren Zimmer findet sich eine Legion; der kleinen dunkeln Kämmerchen nicht zu gedenken, die überall zerstreut sich anbauen. Sie alle zu besuchen ist eine Unmöglichkeit, noch weniger dürfen wir daran denken, den Schmuck der Zimmer, ihre mehr oder minder reiche Ausstattung, uns näher ins Auge zu fassen. Ein Menschenleben würde hiezu nicht hinreichen.

Ich habe versucht, in den nachfolgenden Briefen den Stand unserer Wissenschaft mit einzelnen skizzenartigen Zügen zu zeichnen. Nur die fester begründeten Resultate, nur die, so viel wir bis jetzt beurtheilen können, wahren Thatsachen durften hier eine Stätte finden und subjektive Ansichten mußten so viel möglich in den Hintergrund gestellt werden. Die Art und Weise der Auffassung freilich wird für einen Jeden eine andere seyn;

namentlich werden die aus den Thatsachen zu ziehenden allgemeinen Schlüsse über Leben und Lebenskraft stets, je nach der Individualität des darüber Nachdenkenden, bei aller Anerkennung des Thatsächlichen, oft sehr bedeutend abweichen. Es ist unsere Sache nicht, diesem Urtheile der Einzelnen vorzugreifen. Wir stehen vor dem Geschwornengerichte der öffentlichen Meinung, wo unsere Thatsachen mit mehr oder minderem Scharfsinne gewogen und abgeurtheilt werden. Freilich gelingt es manchmal durch glänzende Beredsamkeit oder andere bestechende Mittel diese öffentliche Meinung zu gewinnen; allein lange Zeit hält solche Täuschung nicht an. Die Wissenschaft, sollte man sie auch hinter den Wällen einer todten Sprache verschanzen, dringt doch allmählig in die große Menge ein und man wird bei aufmerksamer Betrachtung stets finden, daß diese sich über alle größeren wissenschaftlichen Fragen ihre eigenthümliche unabhängige Ansicht bildet. Deßhalb habe ich auch nicht, wie es sonst wohl der Brauch ist, allgemeine Grundbegriffe und Ansichten über die Wissenschaft der Physiologie vorausschicken mögen. Daß die Physiologie sich mit dem Leben des Menschen und mit dessen Erscheinungen befaßt und zwar vorzüglich das leibliche Leben im Auge behält, dies lehrt schon die Bedeutung des Wortes; was das Leben sey und warum der Organismus lebe, das kann nicht von vornherein begriffen werden, sondern so wie das Leben erst das Resultat aller einzelnen Funktionen der Körpertheile ist, so muß auch seine Kenntniß erst aus derjenigen aller einzelnen Verrichtungen hervorgehen.

Um die Darstellung, welche für ein größeres Publikum berechnet sein sollte, so sehr als möglich im objektiven Felde zu halten, habe ich vermieden, Namen als Gewährsmänner der Thatsachen oder Ansichten anzuführen. Die Autoritäten haben nicht mehr das Gewicht wie früher; eine Thatsache gilt heut zu Tage nicht deßhalb, weil sie von diesem oder jenem Forscher ist aufgefunden, sondern darum weil sie wahr ist. Was auch hätte es geholfen, wenn ich hinter jedem Satze fast eine Reihe von Namen hätte aufgeführt? Von Bär, Ch. Bell, Burdach, Edwards,

Henle, Kürschner, Liebig, J. Müller, Magendie, Purkinjé, Tiedemann, Valentin, R. Wagner — alle diese Namen klingen überall in der Wissenschaft mit, wo man auch anklopfen möge; es sind die treuen Bergleute, welche mit Mühe und Schweiß, ja mit Hintansetzung ihrer Gesundheit das reine Gold aus den Schachten der Bergwerke hervorgeholt haben. Sollen wir die große Menge darum schelten, daß sie meist erst bei der Todesnachricht sich an ihre Koryphäen der Wissenschaft erinnert, und daß sie sie unter dem Drange der Zeitumständе schneller vergißt, als diejenigen, welche unmittelbareren Einfluß auf die Weltbegebenheiten hatten? Es mag genügen, die Namen einmal genannt zu haben; — stehen sie doch in dem goldenen Buche der Wissenschaft mit unauslöschlichen Zügen.

C. B.

Erster Brief.

Der Kreislauf des Blutes.

Das Blut ist der Träger alles individuellen Lebens. Ohne seine Vermittlung gibt es keine Neubildung, keine Metamorphose des Bestehenden, keine regelrechte Zurückbildung des Ueberflüssigen. Gleich dem Prinzipe des Lebens selbst ist das Blut in ewigem Umschwunge, in rastloser Bewegung begriffen; — bis in die entferntesten Theile des Körpers reckt sich sein Strom, überall sind ihm Bahnen aufgeschlossen, welche es nach bestimmten Gesetzen durchläuft, nach allen Seiten hin findet es Kanäle, durch welche es seine belebende Kraft den umliegenden Organtheilen mittheilt und seine Bestandtheile mit den ihrigen austauscht. Der Begriff des Kreislaufes, seine thatsächliche Existenz sind allmählig in das Volksbewußtseyn übergegangen; man spricht davon wie wenn daran nicht gezweifelt werden könne; es ist eine jener wenigen Wahrheiten, die sich gleichsam durchgefiltert haben aus den wissenschaftlichen Behältern und deren Bestand man annimmt, ohne nach dem Beweise, ohne nach den Folgen zu fragen. Wie verhalten sich die Gefäße und Kanäle, in denen das Blut kreist? Welche Kräfte sind an ihnen thätig, und auf welche Weise wird dieser stäte Umlauf bedingt? Und welche Beschaffenheit endlich zeigt das Blut selbst, welche chemische Zusammensetzung ist ihm eigenthümlich und wie läßt sich aus all' diesen Verhältnissen die Rolle erklären, welche das Gefäßsystem im Organismus spielt?

Daß das Herz der Mittelpunkt des Blutkreislaufes sey, dies wissen wir Alle aus eigener Erfahrung. Von ihm aus geht

ein System von Röhren nach allen Theilen des Körpers, sich immer mehr verästelnd und verzweigend, bis wir endlich mit dem bloßen Auge den letzten dünnen Reiserchen nicht mehr folgen können. Von diesen cylindrischen Röhren, den Blutgefäßen, lassen sich schon äußeren Kennzeichen nach zwei Arten unterscheiden. Die einen sind fest, elastisch, bleiben gleich einer Gummiröhre rund und offen, selbst wenn sie leer sind oder durchschnitten werden; das Blut strömt in ihnen von dem Herzen weg nach den peripherischen Theilen des Körpers; diese Röhren mit centrifugaler Richtung des Blutstromes sind die Arterien. Die anderen Gefäße sind dünnwandiger, sie fallen nach der Entleerung oder Durchschneidung zusammen; das Blut strömt in ihnen von den peripherischen Theilen aus nach dem Herzen zu — wir nennen diese centripetalleitenden Kanäle die Venen.

Das Herz selbst ist ein hohler Muskel; ein nach unten zugespitzter Beutel mit dicken Wänden, die aus Muskelfasern gewoben sind, welche durch ihre Zusammenziehung den Beutel verengern und die darin enthaltene Flüssigkeit auspressen können. Eine innere Scheidewand theilt der Länge nach diesen Beutel in zwei Hälften, eine rechte und eine linke, und jede dieser Hälften ist wieder durch eine durchbrochene Querscheidewand in zwei Abtheilungen getheilt, welche mit einander durch die Oeffnungen der Querscheidewand in Communikation stehen. — Die Längsscheidewand zeigt keine solche Communikationsöffnung; zwischen rechter und linker Herzhälfte besteht keine Verbindung; das Blut in der einen kann sich nie mit demjenigen der anderen Hälfte vermischen. Auf diese Weise ist das Herz in vier Abtheilungen zertheilt, deren jede mit Blutgefäßen in Communikation steht, die einen mit den zuführenden Venen, die andern mit den wegführenden Arterien. Die ersteren heißen die Vorkammern oder Atrien; ihre Muskelwände sind gleich den Wänden der Venen schwächer, ihr Lumen größer als das der Kammern oder Ventrikel, welche sich durch starke Muskelschichten auszeichnen. Jede Herzhälfte hat demnach einen Vorhof und eine Kammer, welche mit einander durch die Atrioventricular-

öffnungen der Querscheidewand in Communikation stehen und schon aus der Natur der einmündenden Gefäße kann man schließen, daß der Weg, welchen das Blut im Herzen nimmt, aus den Venen in die Vorkammern, von dort in die Kammern und aus diesen durch die Arterien hinausgeht. Die relative Muskelschwäche der Vorhöfe erklärt sich schon aus diesem Umstande; sie haben das in ihnen angesammelte von der Peripherie kommende Blut durch ihre Zusammenziehung nur in die Kammern zu treiben, wozu bei der Kürze des Weges und der Weite der Communikationsöffnung, gerade keine bedeutende Kraft gehört; während hingegen die Kammern einer bedeutenden Kraftentwicklung bedürfen, um ihre Blutmenge durch die engen Kanäle der Arterien bis in die entferntesten Gebiete ihrer respektiven Blutbahnen zu treiben. Die Richtung des Blutstromes im Herzen wird durch ein äußerst sinnreiches System häutiger Klappen bestimmt, welches namentlich in den Kammern in großer Vollkommenheit entwickelt ist. Jede Herzabtheilung hat natürlich zwei Oeffnungen, eine, wodurch sie mit den Gefäßen, eine andere, wodurch sie mit der anderen Herzabtheilung zusammenhängt; ohne Klappen würde bei der Zusammenziehung das Blut aus beiden Oeffnungen hinausgepreßt werden. An der Oeffnung zwischen je zwei Herzabtheilungen aber befindet sich eine solche Klappe, wie ein Segel aus mehrern Zipfeln gebildet, deren Stellung in der Art angeordnet ist, daß dem aus der Vorkammer her gepreßten Blute die Klappe sich weit öffnet, während sie im Momente sich schließt, wo die Kammer sich zusammenzieht und das Blut gegen die Klappe antreibt. Eine ganz ähnliche Verrichtung existirt an dem Ursprunge der Arterien; dem aus den Kammern hervorgetriebenen Blutstrome öffnen sich die dort angebrachten Taschenventile, gegen den Rückprall der Blutwelle stellen sie sich auf und versperren das Lumen der Arterien. An den Einmündungen der Venen in die Vorhöfe findet man ähnliche, wenn auch geringer vollkommene und zum Theil auf andere physikalische Gesetze gegründete Anordnungen.

Man hat durch Versuche nachgewiesen, daß es nur eines

äußerst geringen Druckes bedarf, um die erwähnten Herzklappen zu stellen und zwar so zu stellen, daß sie wirklich hermetisch schließen und keinen Tropfen Blutes durchlassen. Das Herz ist demnach in seinem Prinzipe ein hydrostatisches Druckwerk mit Ventilen, welche dem Blutstrome die gehörige Richtung anweisen und so genau sind alle Kräfte an dieser wunderbaren Maschine berechnet, so harmonisch ihr Zusammenwirken, daß eine speziellere Untersuchung die einfachsten Gesetze derselben mit mathematischer Genauigkeit nachweisen kann; Gesetze, welche durchaus mit den ganz gewöhnlichen hydrostatischen Gesetzen im Einklange stehen.

Die Erfahrung hat gezeigt, daß stets die gleichnamigen Abtheilungen beider Herzhälften sich in demselben Zeitmomente zusammenziehen, daß die beiden Vorkammern sich contrahiren, während die Kammern sich ausdehnen, und daß hernach die Zusammenziehung beider Kammern mit gleichzeitiger Dilatation der Vorkammern verbunden ist. Bei der Zusammenziehung oder Systole der Kammern hebt sich die Herzspitze, indem sie sich zugleich etwas um ihre Axe dreht und gegen die Brustwand anschlägt, während sie bei der Ausdehnung oder Diastole der Kammern wieder in ihre vorige Lage zurücksinkt. Diese stete Ortsveränderung des Herzens wird dadurch möglich, daß es, ohne weitere Befestigung als die durch die eintretenden Blutgefäße bedingte, frei in einem weiten Sacke mit glatten Wänden, dem Herzbeutel, aufgehängt ist.

Jeder Herzschlag, den wir fühlen, ist demnach aus zwei Tempos zusammengesetzt, der Erweiterung oder Diastole der Kammern, während welcher sich die Vorkammern zusammenziehen, und der Zusammenziehung oder Systole der Kammern, während welcher sich die Vorkammern ausdehnen. Bei der Kammersystole sind die Arterienklappen geöffnet und die Klappen an den Atrioventricularöffnungen geschlossen, so daß das Blut in die Arterien eingetrieben wird, während ihm der Rückweg in die Vorhöfe verschlossen ist; zugleich sind die Vorhöfe weit ausgedehnt, ihre Venenöffnungen weit geöffnet und das von außen her kommende Blut strömt in die Vorhöfe ein. Bei der Vorkammersystole schließen sich die

Venenöffnungen um den Rückprall des Blutes in dieser Richtung zu verhüten, während die Atrioventricularöffnungen sich aufthun, das Blut in die Kammern einzulassen und die Arterienklappen sich schließen, und dem Rückstrom des Blutes in die Kammer, welche sich ausdehnt, Widerstand leisten.

Die Zusammenziehung der Kammern wie der Vorkammern ist mit besonderer Tonentwicklung verbunden. Man braucht das Ohr nur an die Herzgegend eines lebenden Menschen oder Thieres anzulegen, um diese Herztöne zu hören. Der erste Herzton bildet ein dumpfes strömendes Rauschen, er fällt mit der Kammersystole zusammen; der zweite Herzton ist kurz, hell, klappend, er bezeichnet die Zusammenziehung der Vorhöfe. Während des dumpfen Rauschens des ersten Herztones schlägt das Herz an die Brustwand an, und im normalen Zustande ist es nicht möglich einen Zeitintervall zwischen dem Anschlage des Herzens und dem ersten Tone zu finden. Die Entdeckung dieser Hörbarkeit der Herztöne und ihrer äußerst mannichfachen Veränderungen bei organischen Krankheiten des Herzens bezeichnet eine neue Epoche in der Geschichte der Medizin. Ihr Verhältniß zu den Herzbewegungen und ihre physikalische Ursache aufzuklären, hat man die mannichfachste Mühe verwendet und es ist kein Theil des Herzens, dem man nicht einige oder alle Mithülfe an ihrer Entstehung zuwenden wollte. Die Zusammenziehung der Muskelfasern des Herzens, das Einschießen der Blutwellen in die geöffneten Herzräume, die Reibung derselben an den Herzwänden, alle diese Momente wurden, aber vergebens, zu Hülfe genommen. Jetzt scheint man sich endlich dahin verständigt zu haben, daß die Herztöne Klappentöne sind, daß sie vom Anschlagen der Blutwellen an die sich stellenden Klappen herrühren und daß ihre Verschiedenheit eben in der verschiedenen Größe und Anordnung der Klappen besteht. Der erste länger gehaltene dumpfe Ton würde die Schließung der großen, segelförmigen Klappen der Atrioventricularöffnungen, der zweite diejenige der kleineren taschenförmigen Arterienventile bezeichnen.

Verfolgen wir nun die allgemeine Bahn des Kreislaufes,

indem wir von der linken Kammer aus dem Strome des Blutes nachgehen. Durch eine mit halbmondförmigen Taschenventilen besetzte Oeffnung tritt das Blut in die große Körperschlagader, die Aorta ein, und vertheilt sich durch alle Aeste und Zweige derselben in alle Theile des Körpers. So fein werden die letzten Aeste der Arterien, daß sie nur noch unter dem Mikroskop unterscheidbar sind. In diesem Zustande bilden sie Netze, welche alle Organe durchstricken und so kleine Inseln bleiben an einigen Orten zwischen diesen Capillargefäßen oder Haargefäßen zurück, daß bei älteren Anatomen namentlich der Glaube verbreitet war, die Gewebe des Körpers beständen nur aus Blutgefäßen. Aus diesen Maschennetzen nun sammeln sich allmählig wieder kleinere Stämmchen, welche unter einander zusammen münden, größere Zweige und Aeste bilden und endlich zwei Hauptvenenstämme bilden, welche sich in den rechten Vorhof einsenken. Man hat diese Sektion des Kreislaufes, vom linken Ventrikel aus durch die Capillaren des Körpers und zurück in den rechten Vorhof den großen oder Körperkreislauf genannt und, wie leicht einzusehen und zu beweisen ist, hängt die Bewegung des Blutes in dieser Bahn einzig und allein von den Zusammenziehungen des linken Ventrikels ab. In dem rechten Vorhofe angelangt erhält das Blut einen neuen Impuls, es strömt in die rechte Kammer und wird aus dieser in die Lungenarterie getrieben. Die Lungenarterie vertheilt sich in den Lungen in feine Capillaren, welche sich wieder zu Venen sammeln und endlich durch die großen Stämme der Lungenvenen in den linken Vorhof einmünden. Aus diesem wird dann das Blut in die linke Kammer gepreßt, von welcher aus es von neuem seine Bahn beginnt. Man hat diesen Abschnitt des Kreislaufes aus der rechten Kammer durch die Lungen in die linke Vorkammer den kleinen oder Lungenkreislauf genannt.

Während eines einmaligen Umschwunges durch seine Bahn passirt das Blut demnach zweimal durch das Herz, einmal, indem es aus dem großen Kreislaufe zurückkehrend durch das rechte Herz läuft, um von da aus nach den Lungen getrieben zu

werden, das zweite Mal, wenn es aus den Lungen in das linke Herz und durch dieses in den Körper sich begibt. Zu einem jeden Kreislaufe gehört eine ungleichnamige Abtheilung verschiedener Herzhälften, zum großen linke Kammer und rechter Vorhof, zum kleinen rechte Kammer und linker Vorhof und die Vermittlung zwischen den beiden im Herzen selbst so streng geschiedenen Herzhälften geschieht nur durch die Capillarsysteme des Körpers einerseits und durch die Haargefäße der Lungen andererseits. Jede Hälfte eines Kreislaufes bildet gleichsam einen Baum, als dessen Stamm das aus dem Herzen entspringende Gefäß anzusehen ist, während die Krone mit den vielen tausend Zweiglein in den Capillarsystemen repräsentirt ist. Das arterielle von der linken Kammer und der Aorta ausgehende System bildet einen solchen Baum, dessen Zweige in den Körpercapillarien unmittelbar in die Wurzeln des Körpervenenbaumes übergehen; ja, wenn man die Vergleichung noch weiter treiben wollte, so würde sich der Stamm des in den Körpercapillarien zusammengesetzten venösen Baumes durch die Hohlvenen in das rechte Herz fortsetzen und in den Lungen sich verästelnd, seine Krone bilden, während hier, in den Capillaren der Lungen, der Körperarterienbaum entspränge, seine Wurzeln in den Lungenvenen sammelte und als Stamm durch das linke Herz ziehend, seine Krone in den Körpercapillaren bildete. Wie man sich auch die Sache vorstellen mag, zu jeder Hälfte des Kreislaufes gehören zwei centrale Herzabtheilungen, ein peripherisches Capillarsystem und ein System ausführender und rückführender Kanäle (Arterien und Venen); der große Kreislauf hat seine Körperarterien und Körpervenen, der Lungenkreislauf seine Lungenarterien und Venen.

Die Capillarsysteme sind, wie wir später beweisen werden, der Sitz der chemischen und physikalischen Veränderungen der Blutmasse. In den Capillaren geht der Prozeß der Ernährung, der Absonderung, der Aufsaugung vor sich und dieser wechselseitige Austausch von Stoffen in den Capillaren zwischen der Blutmasse und den umgebenden Organtheilen muß nothwendig eine gewisse

Rückwirkung auf Farbe und Zusammensetzung des Blutes haben. In den Capillaren des Körpers wird das Blut dunkel, es erhält eine bläulich-violette Farbe; in den Capillaren der Lunge wird es hellroth, schäumend. Der Durchgang des Blutes durch das Herz verändert seine Constitution durchaus nicht; das Herz hat nur eine rein mechanische Beziehung zu dem Blute, es theilt ihm durch seine Zusammenziehung die Bewegung mit. Wenn demnach der Durchgang durch Capillaren das Blut ändert, derjenige durch das Herz aber nicht, so müssen die ungleichnamigen Gefäße der beiden Kreislaufhälften gleichartiges Blut führen. Die Lungenvenen führen hellrothes Blut, dieses durchläuft das linke Herz und wird ohne verändert zu werden, in den Körperarterien weiter geschafft; in den Körpercapillaren wird das Blut dunkel, blau und bleibt so durch die Venen, das rechte Herz und die Lungenarterien hindurch bis in die Lungencapillaren, wo es wieder hellroth wird. Man hat das hellrothe Blut auch arterielles, das blaurothe venöses Blut und demnach die linke Herzhälfte das Arterienherz, die rechte das Venenherz genannt; es folgt aus diesen Benennungen leider eine große Verwirrung, denn die Lungenarterien führen blaurothes, venöses Blut, die Lungenvenen hellrothes, arterielles. Ich weiß mich noch gar wohl zu erinnern, wie sehr mir diese fatalen Benennungen eine klare Anschauung des Kreislaufes behinderten, ich werde sie hier nicht anwenden und nur von blauem und rothem Blute, von blauer und rother oder rechter und linker Herzhälfte sprechen.

Die ganze hydraulische Anordnung des Gefäßsystemes mit dem Herzen entspricht den Anforderungen, welche an ein solches Röhrensystem gemacht werden können, auf das Vollkommenste. Schon in dem Herzen selbst ist keine Kraft unnöthig verschwendet; — die Kammerwandungen sind ihrer Dicke und Muskelmasse nach genau der Bahn angemessen, durch welche sie das Blut hindurchtreiben sollen. Die linke Kammer, welche die gesammte Blutmasse durch alle Arterien, Capillarien und Venen des Körpers bis in die rechte Vorkammer treiben muß, ist die stärkste an Muskelschichten; die rechte Kammer, welche nur auf weit kleinerer Bahn durch die

Lungen ihre Propulsionskraft ausübt, hat weit dünnere contractile Wände. Trotz dieser so einfachen und leicht ersichtlichen Verhältnisse aber hat man sich von frühen Zeiten her bestrebt, dem Blute als solchem einen Antheil an der Bewegung zukommen zu lassen. Es widerstrebte der Ueberzeugung vom Leben des Blutes, wenn man wieder auf der andern Seite annehmen sollte, daß es sich, der Herzthätigkeit gegenüber, nur wie eine jede andere Flüssigkeit verhalte und man vergaß, daß alle Bewegung auf Erden, mag sie nun Organismen angehören oder nicht, denselben physikalischen Gesetzen gehorcht, und daß der Knochen nicht minder lebt, wenn er gleich von den Muskeln wie jeder andere leblose Hebelarm hin und hergezogen wird. Es kann meine Aufgabe nicht seyn, hier alle jene veralteten Hypothesen von einer eigenen Propulsivkraft, die dem Blute inwohnen sollte, von einer freien Bewegung der Blutkörperchen, von einer Wiederholung des Planetenlaufes in der Blutbahn zu widerlegen; der Versuch, die Rechnung und die Anwendung rein physikalischer Untersuchungsmethoden haben mit mathematischer Gewißheit dargethan, daß alle Blutbewegung lediglich und allein von der Herzthätigkeit abhängt, daß die bewegende Kraft einzig in dem Herzen liegt und die Strömung ganz auf dieselbe Weise in den Gefäßen geschieht, ob nun Blut oder eine andere ähnlich zusammengesetzte Flüssigkeit darin kreise.

Mit jeder Zusammenziehung treibt das Herz eine gewisse Blutmenge aus den Kammern in die Arterien hinaus. Die Arterien sind aus elastischen Fasern gesponnene Röhren, der Stoß der Blutwelle dehnt mithin ihr Lumen aus. Ihre eigene Elasticität aber, so wie der momentane Nachlaß des Stoßes während der Kammerdiastole bedingen einen Widerstand gegen diese passive Ausdehnung, die Arterie zieht sich auf ihr früheres Lumen zusammen. Nun neue Kammersystole, neuer Stoß, neue Welle, abermalige Ausdehnung, der ein erneuter Widerstand, eine zweite Zusammenziehung folgt. Dies beständige Heben und Senken der Arterienwandungen, der abwechselnde Rhythmus der Blutwellen bedingt die Erscheinung des Pulses; jenes

Orakels, das man bei allen Krankheiten um Rath fragt. Drei Momente kommen demnach bei dem Pulse hauptsächlich in Betracht; die Kraft des Herzstoßes, die Größe der Blutwelle und der Grad der Elasticität der Arterien, wodurch eine mehr oder minder bedeutende Energie des Widerstandes ihrer Wandungen bedingt wird. Aus diesen drei Faktoren setzen sich alle jene verschiedenen Modificationen des Pulses zusammen, welche der Arzt zu beobachten und in seinen Diagnosen zu benutzen hat. Die Zahl und der Rhythmus des Pulses hängen von der Herzthätigkeit; seine Völle oder Leere von der Größe der Blutwelle und der Gesammtmenge des Blutes überhaupt, seine Härte oder Weichheit endlich von dem Contraktionszustande der Arterienhäute ab. Man weiß aus Erfahrung, daß die scheinbar heterogensten Eigenschaften des Pulses sich vereinigen können, daß ein voller Puls zugleich weich seyn kann, wenn ein lähmungsartiger Zustand der Arterienhäute die thätige Contraktion der Fasern hemmt, oder daß bei kleinem kaum fühlbaren Pulse derselbe doch hart ist, weil durch Krampf die elastischen Fasern zusammengezogen sind. Man sieht leicht ein, daß bei dem innigen Zusammenhange der Herzbewegung mit dem centralen Nervensystem, bei der genauen Verknüpfung der Blutbereitung, Verdauung und Ernährung mit der Menge des Blutes und der Abhängigkeit der Gefäßcontraktion von dem peripherischen Nervensystem und von den äußeren Einflüssen der Puls die mannichfachsten krankhaften Erscheinungen in sich reflektiren kann.

Nicht blos krankhafte Zustände aber, auch normale Einflüsse bedingen die größten Verschiedenheiten des Pulses je nach Alter, Geschlecht und Größe der Individuen. Im Allgemeinen steht der Satz fest, daß die Zahl der Pulsschläge in umgekehrtem Verhältnisse zu der Körpermasse steht. So hat ein neugebornes Kind im Durchschnitte 130 bis 140 Pulsschläge, ein erwachsenes Individuum zwischen 20—50 Jahren etwa 70, ein Greis etwa 80 Pulsschläge in der Minute. Eben so einflußreich ist der Athmungsprozeß. Je lebhafter die Respiration, desto zahlreicher auch die Pulsschläge, desto kräftiger die Zusammenziehungen des

Herzens. Auch die Körperstellung hat Einfluß. Im Stehen ist der Puls zahlreicher als im Sitzen, hier wieder beschleunigter als im Liegen.

Mit jedem Pulsschlage wird eine gewisse Quantität Blut aus dem Herzen in die Arterien hinausgetrieben, und zwar muß diese Menge Blutes mit der Capacität der Herzhöhlen in dem genauesten Verhältnisse stehen. Die Herzkammer kann begreiflicher Weise nicht mehr Blut auspressen als sie enthalten kann, und was sie bei der Diastole aufnimmt, das treibt sie auch fast vollständig wieder aus. Kennt man nun die Capacität der Herzhöhlen und die Quantität der in dem Körper überhaupt vorhandenen Blutmenge, so läßt sich leicht berechnen, in wie viel Zeit die gesammte Blutmenge durch das Herz gehen muß, oder mit andern Worten, wie viel Zeit zu einem vollständigen Umschwunge der gesammten Blutmenge gehöre. Man hat gefunden, daß die längste Zeit für einen erwachsenen Mann eine Minute betragen würde, daß aber unter günstigen Verhältnissen auch dreißig Sekunden zu einem solchen ganzen Kreislaufe hinreichen würden. Auch in anderer Weise angestellte Versuche bestätigten dies Resultat. Man öffnete eine Hals-Vene und spritzte ein leicht zu entdeckendes Reagens in das Blut ein. In abgemessenen Intervallen, die man mit der Sekundenuhr bestimmte, zapfte man nun aus der Hals-Vene der anderen Seite Blut ab und untersuchte dies Blut auf den Gehalt an dem eingeführten Stoffe. Um von einer Vene zur andern zu gelangen, mußte das Blut den Weg durch das rechte Herz in die Lungen, dann in das linke Herz und durch den Körper machen, folglich die ganze Bahn des Kreislaufes durchmessen. Hiezu genügten 30—40 Sekunden. Die 30 Pfunde Blut, welche ein Erwachsener etwa besitzt, kreisen demnach zweimal in einer Minute durch den ganzen Körper und ein jedes Blutkügelchen des Körpers hat in einer Minute zweimal die Lungen, zweimal ein Organ des Körpers und viermal das Herz durchlaufen.

Je weiter vom Herzen weg man dem Blutlaufe folgt, desto langsamer wird er und desto unmerklicher wird der Puls, bis

letzterer endlich gänzlich aufhört und in den fernsten Arterienzweigen das Blut langsam in stetem, gleichmäßigem Strome dahin fließt. Auch diese Erscheinungen lassen sich auf die befriedigendste Weise aus physikalischen Grundsätzen erläutern. Die Reibung des Blutes gegen die Arterienwände ist zwar nicht sehr bedeutend, da diese letzteren sehr glatt und eben sind, allein sie bildet doch immer ein Moment der Hemmung. Weit wesentlicher aber wirkt zu dieser Verlangsamung des Blutstroms die Erweiterung der Blutbahn ein. Es ist eine bekannte Sache, daß die Schnelligkeit eines Stromes in erweitertem Bette abnimmt und in ausgedehnten Becken und Seen sich fast auf Null reducirt; es ist eine Thatsache, daß in geschlossenen Röhren dasselbe Statt findet. Bei der Vertheilung der Blutgefäße ist dies Gesetz in Anwendung gebracht. Zwar sind die Zweige einer Arterie, jeder einzeln genommen, stets dünner als der Hauptstamm, aber die Gesammtsumme ihres Inhaltes übertrifft denjenigen des Hauptstammes um ein bedeutendes. Die Unterleibsaorte z. B. theilt sich in der Tiefe des Beckens in zwei große Schlagadern, die Hüftschlagadern. Eine einzelne Hüftschlagader für sich genommen ist nicht so groß als die Aorte, aber ihr Durchmesser beträgt doch wenigstens zwei Drittel von dem Durchmesser der Aorte, so daß die beiden Hüftschlagadern zusammengenommen den Aortendurchmesser um ein Drittel wenigstens überwiegen. Alle Aeste der Arterien, wie der Venen, verhalten sich auf die gleiche Weise, und je weiter die Vertheilung der feinen Aeste und der Capillargefäße geht, desto ausgedehnter wird auch die Blutbahn und desto langsamer der Kreislauf. Man hat nicht mit Unrecht gesagt, daß ein jedes Gefäßsystem, bei idealer Aufzeichnung der Lumina, einen Kegel bilden würde, dessen Spitze im Herzen, die Basis in den peripherischen Capillaren läge.

Das Verschwinden des Pulses in den entfernten feinen Arterienzweigen beruht nicht blos auf der Abnahme des Herzstoßes in die Entfernung. Denn wie bedeutend die Kraft des Herzstoßes noch in den Beinen sey, lehrt leicht die einfachste Beobachtung. Man fixire nur aufmerksam bei einem Mann, der

sitzend die Beine übereinander geschlagen hat, das frei in der Luft schwebende Bein, und man wird bald den Pulsschlag an den regelmäßigen Hebungen und Senkungen des Fußes zählen können. Das Bein bildet in dieser Stellung einen äußerst langen Hebel, etwa wie der Zeiger an einem Kraftmesser und deßhalb werden die pulsatorischen Bewegungen der Kniekehlenschlagader sichtbar, da sie einem langen Hebelarme mitgetheilt werden. Das Verschwinden des Pulsschlages, der Uebergang des abgesetzten, rhythmischen Stoßes in ein gleichförmiges Fließen, das in den engeren Arterien und den Capillaren Statt hat, hängt von der durch die Elastizität bedingten Summirung aller einzelnen Stöße ab. Die elastische Gefäßwand setzt der Ausdehnung einen gewissen Widerstand entgegen, der endlich sich so weit erhebt und addirt, daß er der Stoßkraft Gleichgewicht hält und somit die Gleichförmigkeit des Stromes hergestellt ist.

Die Capillargefäße bilden den unmittelbaren Uebergang zwischen Arterien und Venen und in diesem feinen Röhrennetz tritt das Blut in unmittelbare Wechselwirkung mit der Substanz der Organe. Die Beobachtung hat dargethan, daß alle Capillaren, selbst die feinsten, stets ihre gesonderten deutlichen Wandungen haben, daß die Gefäßröhren überall vollkommen geschlossen sind und demnach zwischen umgebender Substanz und kreisendem Blute nur mittelst Durchdringung der Gefäßwände Austausch von Stoffen Statt finden kann. Diese Durchdringung der Gefäßwände ist aber nur bei flüssigen oder gasförmigen Substanzen möglich; feste in den Blutstrom eingeführte Körper können nur durch Verletzung der Gefäßwandungen oder durch Auflösung in dem Blute wieder aus dem Kreislaufe herauskommen. Deßhalb können auch die festen, in dem Blute schwimmenden Körperchen, deren Eigenschaften wir später kennen lernen werden, die Blutkörperchen, keinen direkten Einfluß auf die Ernährung haben, sondern nur durch stete Zerstörung und Auflösung im Blutwasser mit der umgebenden Substanz der Organe in Wechselwirkung treten. Die Bewegung des Blutes in den Capillargefäßen hängt einzig und allein von dem Stoße des Herzens ab; es tritt hier keine

neue unbekannte Kraft hinzu, wie man früher glaubte. Die Wandungen der Capillaren sind auf sehr eigenthümliche Weise gebildet. Sie sind außerordentlich permeabel für Flüssigkeiten und gasförmige Stoffe und die Prozesse der Endosmose und Exosmose oder des Austausches von Stoffen durch thierische Membranen sind hier in ihrer größten Intensität entwickelt. Die Capillaren sind aber auch sehr contractil und namentlich für Temperaturwechsel und andere, vom Organismus selbst ausgehende Reize außerordentlich empfindlich. Applikation von Kälte kann sie fast bis zu gänzlicher Verschließung bringen und durch diese bedeutende Contractilität üben sie einen mächtigen Einfluß auf die Gesammtheit des Blutkreislaufes aus. Man stelle sich die Capillaren eines Organes bis auf die Hälfte, auf ein Drittel ihres Volums zusammengezogen vor; es wird dann auch nur die Hälfte, das Drittel der für das Organ bestimmten Blutmenge in dasselbe eintreten können und die übrigen Organe mit Blut überfüllt werden.

Alle diese Verhältnisse der Capillaren erforderten die angestrengtesten Bemühungen und ausgedehntesten Beobachtungen zu ihrer endlichen Feststellung. Namentlich gegen die Existenz eigener Wandungen stritten mehre vortreffliche Beobachter, welche die Capillargefäße nur für in die Substanz ausgehöhlte Rinnen ansehen wollten. Andere glaubten a priori den unmittelbaren Uebergang des Blutes aus den Arterien in die Venen abläugnen zu können; sie nahmen, aller direkten Beobachtung zum Trotze, an, das arterielle Blut gehe in der Substanz der Organe unter, und werde als venöses wieder neu geboren. In anderer Weise hat sich ein Rest dieser Ansicht noch bis in die neueste Zeit bei einigen Beobachtern erhalten, wonach wenigstens in den absondernden Drüsen die feinsten Haargefäße sich direkt in die absondernden Kanäle öffnen sollen. Indeß verhallen solche Stimmen immer mehr und mehr und die Ueberzeugung, daß *alle Capillargefäße in sich abgeschlossen sind und nirgends eine Oeffnung zeigen*, ist jetzt zum allgemein angenommenen Axiom geworden.

Auf dieselbe Weise wie die Arterien sich allmählig in die Capillaren auflösten, setzen sich aus denselben die Venen zusammen und in dem Bereiche des Capillarkreislaufes ist es unmöglich zu entscheiden, wo die Arterie aufhört, wo die Vene beginnt. Die bewegende Kraft, welche auf das in den Venen befindliche Blut einwirkt, ist ebenfalls einzig und allein der Herzstoß. Da aber dieser schon in den Capillaren sich in einen gleichmäßigen Druck umgewandelt hat, so wird er auch in den Venen in dieser Weise bleiben, wenn gleich immer noch eine geringe Oscillation in dem Drucke sich je nach Systole und Diastole des Herzens bemerken läßt. Aus einer angestochenen Vene, beim Aderlaß z. B. spritzt das Blut in continuirlichem Strome, der abwechselnde Wellen zeigt, die aber nur unbedeutend sind; aus einer verletzten Arterie springt es in Absätzen; es ist etwa der gleiche Unterschied wie zwischen dem Strahl einer Feuerspritze und dem einer einfachen Pumpe ohne Luftkasten. Der Druck, unter dem sich das Blut in den Venen bewegt, ist nur noch gering; die Geschwindigkeit des Blutlaufes ist indeß etwas größer als in den Capillaren, weil durch die allmählige Sammlung der Venen in einzelne Stämme das Blut in stets engere und engere Räume einzutreten genöthigt ist. Das Verhältniß der Aeste zu den Stämmen ist bei den Venen durchaus dasselbe, wie bei den Arterien; der Strom des Blutes geht aber von den Zweigen aus nach dem Stamme hin. Stellen wir uns beide Gefäßsysteme unter dem Bilde zweier, mit der Basis aneinandergelegter Kegel vor, deren Spitzen in dem Herzen sich finden, so geht der arterielle Blutstrom von der Spitze nach der Basis, aus dem engeren in den weiteren Raum und verlangsamt sich deßhalb zusehends; während die venöse Strömung von der Basis zur Spitze gerichtet ist und deßhalb, bei steter Verengerung des ihr angewiesenen Raumes, eine stete Beschleunigung erfährt. In der Nähe des Herzens tritt durch die Erweiterung der Vorkammern bei der Diastole ein neues bewegendes Moment hinzu, indem das Blut durch die Entstehung eines leeren Raumes in den Vorhöfen von diesen angesogen wird, wie das Wasser in einen Gummibeutel,

den wir zusammengedrückt haben und wieder sich ausdehnen lassen, während wir seine Oeffnung in die Flüssigkeit tauchen. Trotz dieser Verhältnisse würde aber der Venenkreislauf den bedeutendsten Störungen unterworfen seyn, wenn nicht durch besondere Klappen im Innern der Venen manchen Uebelständen vorgebeugt wäre. Die Venen haben keine solchen elastischen Wandungen wie die Arterien, sie können dem Drucke der umgebenden Theile bei Bewegungen, Stellungsänderungen ꝛc. keinen Widerstand leisten und dieser Druck ist oft wenigstens stärker als der im Innern der Vene auf das Blut ausgeübte. Dieses würde demnach bei jedem solchem Drucke nach der Peripherie hin zurückgestaucht werden und Hemmungen des Capillarkreislaufes veranlassen, wenn nicht Taschenventile angebracht wären, welche sich dem Rückprallen des Blutes gegen die Peripherie hin entgegen stemmen und das Lumen der Vene verschließen. An den untern Körpertheilen, den Beinen, wo das Venenblut der Schwere entgegen von unten nach oben in die Höhe geschafft werden muß, haben auch diese Ventile den Nutzen, daß sie bei momentanem Nachlasse des Blutdruckes vom Herzen aus das Zurücksinken der Blutsäule nach unten verhindern. Daß sie nicht einzig zu diesem Endzwecke angebracht sind, lehrt ihre Anwesenheit in den Venen des Halses, wo das Venenblut in seinem Strome der Richtung der Schwere folgt, so wie ihre Abwesenheit in solchen Venen, welche keinem Drucke der umgebenden Theile unterliegen können.

Suchen wir nun die Resultate der vorliegenden Untersuchungen in einige übersichtliche Sätze zusammenzufassen, so wären diese etwa folgende: Das Blut kreist in beständigem Umschwunge in einem Systeme von durchaus und überall geschlossenen Röhren. Der Kreislauf geschieht stets in derselben Richtung; aus der linken Herzhälfte in den Körper, von dort in die rechte Herzhälfte, aus dieser in die Lungen und aus den Lungen in das linke Herz zurück. Die Arterien sind Leitungsröhren vom Herzen zur Peripherie; die Venen Leitungsröhren von der Peripherie zum Herzen. Die Capillargefäße sind die Vermittler aller Prozesse des vegetativen Lebens, der Ernährung, Aufsaugung

und Absonderung. Nur in den Capillargefäßen erleidet das Blut als solches physikalische und chemische Veränderungen. In den Capillaren des Körpers wird es dunkel violett, mit Kohlensäure geschwängert, in denen der Lungen hellroth und sauerstoffhaltig; die Umwandlungen können nur durch Imbibition und Durchdringung der überall geschlossenen Gefäßwandungen vor sich gehen. Die Kraft, welche das Blut bewegt, geht einzig und allein von dem Herzen aus. Das Herz ist eine mit Ventilen versehene Druckpumpe, die nach bestimmten physikalischen Gesetzen eingerichtet ist und diesen gemäß arbeitet.

Und so wäre es denn der Physiologie gelungen, das Herz, das so unruhig bewegte in der Menschenbrust, zu zähmen, ihm Fesseln anzulegen und Gesetze aufzubürden? Es wäre Erdichtung, die Theilnahme, welche wir ihm an unseren Gefühlen zuschreiben, und wenn wir unserer alten Gewohnheit nach reden von stärkerem Schlage unseres Herzens, von freudigem Pochen und angstvollem Erzittern, so wären das nur bildliche Redensarten, schöne Träume einer regen Phantasie? Es wäre uns gegangen, wie dem Peter in Hauffs Mährchen vom Tannenhäuser, dem man das lebendige Herz aus der Brust riß und ein steinernes einsetzte, das zwar auch pochte und das Blut umtrieb; das aber keinen Antheil nahm an seinen Leiden und Freuden, das in Liebe und Haß gleichmäßig fortschlug, wie das Ticktack einer Uhr? Nein! wahrlich nein! so weit geht unsere Mechanik nicht. Sie lehrt uns die Gesetze, die physikalischen an dem Herzen und den Gefäßen angebrachten Kräfte kennen, allein Beobachtung und Reflexion zeigen auch, wie sehr die Ausübung dieser Gesetze von einem höheren Leiter, von dem Nervensysteme abhängen und wie sehr jeder dort empfangene Eindruck sich in dem Maße und der Art der Herzbewegungen abspiegelt und reflektirt. Wir täuschen uns nicht, wenn wir in der Begeisterung unser Herz voller schlagen, in der Angst, der Erwartung es krampfhaft erzittern fühlen; wir täuschen uns nur, wenn wir dem Herzen unmittelbar diese Theilnahme zuschreiben; es ist nur der Reflector der von dem Centralorgane des Nervensystemes, dem Gehirne aufgenommenen

Eindrücke und Empfindungen und auf Reizungen, welche von diesen Centralorganen ausgehen, reagirt es sogar weit heftiger, als auf direkt angebrachte Irritation. Daß aber großentheils auf solch engem Zusammenhange des Herzens und seiner Bewegungen mit dem Gehirne der Einfluß des letzteren auf die vegetativen Prozesse des Lebens beruhe, scheint mir keinem Zweifel unterworfen. Kummer, Angst und Sorge reiben den Körper auf; froher Muth, heiterer Sinn, ein gewisses Maß in Affekten und Leidenschaften erhalten die Gesundheit und Lebensfrische. Das sind Erfahrungen, die Jeder im Leben bestätigt finden kann; der Grund des Zusammenhanges dieser Erscheinungen ist nicht so leicht klar zu machen. Aber von der steten Erneuerung des Blutes hängt die Ernährung, die Athmung, das ganze vegetative Leben ab; und die Erneuerung und Bewegung des Blutes sind mit der Herzbewegung selbst auf das innigste verknüpft. Wo der eine Faktor fehlt, da wird auch die ganze Summe unrichtig und wo Uebermaß der Leidenschaften, ungestümer Wechsel der Affekte oder anhaltender Einfluß deprimirender Geistesstimmung die Aktion des Herzens unregelmäßig machen oder lähmend darauf einwirken, da kann auch der Blutlauf und somit die Ernährung des Körpers nicht in gehöriger Weise vor sich gehen.

Zweiter Brief.

Das Blut, die Lymphe und der Chylus.

Das Blut, so wie es aus der geöffneten Ader springt, so wie es im lebenden Körper kreist, ist nicht eine einfache, homogene, rothe Flüssigkeit ohne weitere Zusammensetzung; es besteht aus zwei wesentlichen Formbestandtheilen, den Blutkörperchen und dem Plasma oder der Blutflüssigkeit.

Die Blutkörperchen sind kleine, runde, elastische Scheibchen, welche kaum $^5/_{1000}$ Linie im Durchmesser haben. Unter dem Mikroskope erscheinen sie von schwach gelblicher Farbe, in großen Massen angehäuft, sind sie roth und zwar, je nach der Beschaffenheit des Blutes, bald mehr hellroth, bald bläulicher. Ihre Form wechselt selbst bei den Säugethieren, wo sie am kleinsten sind, bedeutend. Bald erscheinen sie in der Mitte eingedrückt, mit dickerem Rande, wie eine Münze oder ein biconcaves Brillenglas; bald vollkommen scheibenförmig mit platten, geraden Flächen; in andern Fällen wieder in der Mitte aufgetrieben mit abgerundetem Rande, wie eine Linse; in den einen läßt sich ein Kern entdecken, in den meisten fehlt eine solche Bildung durchaus. Daß die Körperchen nur halbfest und elastisch seyen, dies beweist namentlich die Untersuchung des Capillarkreislaufes in durchsichtigen thierischen Theilen; sobald irgendwo an einem Zweige, an einer Beugung des Gefäßes eine Stockung der rasch dahin rollenden Blutkörperchen eintritt, wobei sie gedrängt und zusammengedrückt werden, so biegen sie sich auf die mannigfaltigste Art ein und oft sieht man Blutkörperchen, welche, um in ein sehr enges Haargefäß einzudringen, sich verengern und eiförmig werden,

bis sie, in freiere Räume gelangt, ihre ursprüngliche Form wieder annehmen. In kreisendem Blute schwimmen alle Blutkörperchen einzeln und gleiten leicht an einander vorbei; aus der Ader gelassen oder beim Stocken des Kreislaufes legen sie sich gern mit ihren platten Flächen an einander und kleben auf diese Weise zusammen, so daß sie kleine Säulchen bilden, die etwa wie Geldrollen aussehen. Eine complicirtere innere Bildung hat man bei den menschlichen Blutkörperchen bis jetzt noch nicht nachgewiesen; das ganze Körperchen scheint aus demselben schwammigen, elastischen, leicht aufquellenden und gegen Reagentien sehr empfindlichen Stoffe gebildet. In reinem Wasser oder in schwach salzhaltigen Flüssigkeiten quellen die Blutkörperchen durch Wassereinsaugung auf; in gesättigten Salzlösungen schrumpfen sie ein, weil ihnen die Salzlösung Wasser entzieht; nur in dem Plasma und in Lösungen von ähnlichem Concentrationsgrade bleiben die Blutkörperchen unverändert. Sie bestehen aus Faserstoff, Eiweißstoff und einem höchst eigenthümlichen Farbestoffe, dem Blutroth, welches namentlich dadurch merkwürdig ist, daß es die einzige Substanz des Körpers ist, welche Eisen in ziemlich bedeutender Menge enthält. In Wasser löst sich dieses Blutroth leicht auf; Gase und Reagentien aller Art ändern seine ursprünglich blaurothe, violette Farbe auf die mannigfachste Art um. Gase aller Art werden von den Blutkörperchen gierig angesogen und verdichtet; namentlich ist die Verwandtschaft des Blutrothes zum Sauerstoffe sehr groß.

Das Plasma oder die Blutflüssigkeit bildet eine klare, durchsichtige, ungefärbte Flüssigkeit. Es enthält mannigfaltige Stoffe in Auflösung, wodurch es klebrig und schwerer als reines Wasser wird. Einige dieser Stoffe sind für den Haushalt des Organismus zu wichtig, als daß wir sie übergehen könnten. Faserstoff und Eiweißstoff (Fibrin und Albumin) sind wohl die beiden organischen, an Quantität überwiegenden Stoffe des Plasma und in 1000 Theilen normalen menschlichen Blutes wechselt die Menge des Fibrins von 2 bis 3,5 Theilen, während der Gehalt des Eiweißes zwischen 65—70 Theilen schwebt. Die beiden genannten

Stoffe kommen in den meisten Organen und Flüssigkeiten des Körpers vor und namentlich bildet der Faserstoff die Hauptmasse der Muskelsubstanz, während der Eiweißstoff besonders im Gehirne und Rückenmark sich angehäuft findet. Mit einer dritten Substanz, dem Käsestoff, welchen man hauptsächlich nur in der Milch und dem Blute säugender Thiere antrifft, bilden Eiweiß und Faserstoff eine eigenthümliche Gruppe. Man kann sie betrachten als Verbindungen eines organischen, aus Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff zusammengesetzten Körpers (den man Protein genannt hat), mit verschiedenen Mengen Schwefel und Phosphor. Behält man die organische Basis, das Protein, als Einheit bei, so zeigt es sich, daß der Käsestoff eine Verbindung von 10 Atomen (Verhältnißgewichten) Protein mit einem Atome Schwefel darstellt, während der Faserstoff auf die gleiche Atomenzahl Protein außer einem Atom Schwefel noch ein Atom Phosphor und der Eiweißstoff ebenfalls 10 Atome Protein und ein Atom Phosphor nebst 2 Atomen Schwefel enthält. Die näheren chemischen Eigenschaften dieser Stoffe bieten die mannigfachsten Aehnlichkeiten dar und es ist höchst wahrscheinlich, daß sie mit größter Leichtigkeit einander umtauschen und sich einer in den andern verwandeln können. Was sie namentlich unterscheidet, ist ihre verschiedene Löslichkeit im Wasser. Der Faserstoff findet sich nur im lebenden Plasma aufgelöst; sobald das Blut aus der Ader gelassen wird oder auch, wenn es in den Adern stockt, so gerinnt der Faserstoff und scheidet sich aus; der Eiweißstoff löst sich leicht im Wasser, gerinnt aber, sobald man dieses erhitzt und läßt sich durch Kochen vollständig ausscheiden. Der Käsestoff endlich bleibt bei jeder Temperatur im Wasser gelöst.

Freies Fett sowohl als verseiftes und aufgelöstes Fett findet sich ebenfalls im Plasma, wenn auch in geringer Menge; ja sogar die eigenthümlichen Fette der Gehirnsubstanz (Cerebrin) und der Galle (Cholesterin) befinden sich in dieser Flüssigkeit.

Die Asche, welche nach dem vollständigen Verbrennen des Plasma's zurückbleibt, enthält ein merkwürdiges Gemenge ver-

schiedenartiger, im Körper vorkommender Salze, unter welchen hauptsächlich Kochsalz, phosphorsaure Salze und kohlensaures Natron bemerkenswerth sind; ersteres wegen seiner Beziehung zum Magensafte, die phosphorsauren Natron- und Kalksalze als Auflösung der Knochenerde und endlich das kohlensaure Natron als Vermittler des Kohlensäuregehaltes im Blute und der Rolle wegen, welche dieses Salz in dem Athmungsprozesse spielt.

Außer diesen Bestandtheilen finden sich in dem Plasma noch einige Stoffe, welche für den organischen Haushalt von großer Wichtigkeit sind, die aber, der beständigen Ausscheidung durch die Drüsen halber, nur dann in größerer Menge darin vorkommen, wenn die Thätigkeit der ausscheidenden Drüsen gehemmt ist. Solche Stoffe sind der Harnstoff, der charakteristische Bestandtheil des Urins und der Farbestoff der Galle. Beide finden sich in so äußerst geringer Menge vor, daß gerade nur ihre Anwesenheit nachgewiesen werden kann; eine Bestimmung ihrer Menge ist unmöglich. Die Stoffe, welche in den übrigen Absonderungsflüssigkeiten des Körpers vorkommen, haben keine so charakteristischen Reaktionen, als die beiden genannten und es ist daher auch nicht zu hoffen, daß sie im Blute nachgewiesen werden; allein wahrscheinlich ist es immerhin, daß auch sie darin vorkommen.

Vergleicht man die Zusammensetzung des Blutes im Ganzen mit derjenigen des Körpers, so wird man durch die Gleichheit der Bestandtheile beider überrascht. Die Hauptorgane des menschlichen Körpers bestehen aus Faserstoff, Eiweiß und Fett; alle diese sind im Blute nachgewiesen, und diejenigen stickstoffhaltigen Bestandtheile des Körpers, welche nicht gerade in ihrer Zusammensetzung mit den genannten Proteinverbindungen übereinstimmen, scheinen doch nur weitere Modifikationen derselben zu seyn. Die Auswurfsstoffe fehlen ebenfalls nicht und die feuerbeständigen Substanzen der Asche sind ihren Elementen nach im Körper wie im Blute gleich. Man hat demnach vollkommen Recht zu sagen, daß das Blut der aufgelöste Organismus sey.

Sobald das Blut aus der Ader gelassen ist, so gerinnt es. Diese Gerinnung ist allein in dem Faserstoffe begründet, der sich meist in der Form von kleinen mikroskopischen Schollen und Blättchen aus dem Plasma niederschlägt und anfangs alle Flüssigkeit und alle Blutkügelchen in sich einschließt, so daß das Blut eine gelatinöse weiche Masse bildet. Nach einiger Zeit aber, bei fortdauernder Contraktion des Faserstoffes, preßt sich die Flüssigkeit nach allen Seiten heraus und dieser Prozeß dauert so lange fort, bis sich das gesammte Blut in zwei Theile geschieden hat: eine gelbliche Flüssigkeit, das Serum und ein rothes, halbfestes Gerinnsel, der Blutkuchen oder Cruor. Verhindert man mittelst heftigen Schüttelns, Schlagens oder Quirlens des Blutes die Einschließung der Blutkügelchen durch den gerinnenden Faserstoff, so bildet sich kein Blutkuchen, der Faserstoff setzt sich in Fäden und unregelmäßigen, weißlichen Flocken an die Stäbchen an, womit man das Blut schlägt. Alle Blutkörperchen bleiben in Folge dieser Operation mit dem Serum zurück. Bei längerem Stehenlassen senken sich die ersteren zu Boden; das helle gelbliche Serum schwimmt oben auf. Der Akt der Gerinnung ist demnach weiter nichts als eine Ausscheidung des Faserstoffes aus dem Plasma; das Serum ist entfaserstofftes Plasma; der Blutkuchen das Resultat der Verbindung des Faserstoffes mit den Blutkügelchen. Für den Arzt ist es außerordentlich wichtig, die Zusammensetzung des Blutes in Krankheiten zu ermitteln; er kann sich auf die leichteste Weise wenigstens über die verhältnißmäßigen Mengen von Serum, Faserstoff, Eiweiß und Blutkügelchen im Blute belehren. Theilt er die bei einem Aderlasse erhaltene Blutmenge in zwei Theile, und läßt die eine ohne weitere Behandlung gerinnen, und einen Blutkuchen bilden, während er die andere Hälfte schlägt und so den Faserstoff allein abscheidet, so braucht er hernach nur die Gewichte des ausgepreßten und getrockneten Faserstoffes und Blutkuchens zu bestimmen, um alle Elemente seiner Rechnung zu besitzen. Durch Subtraktion des Faserstoffgewichtes von dem Gewichte des Blutkuchens erhält er das Gewicht der Blutkörperchen. Ein normales Blut würde auf diese Weise behandelt etwa in

1000 Theilen einen Blutkuchen von 135 Theilen und 865 Theilen Serum liefern. Durch Schlagen würden daraus erhalten werden etwa 2 Theile Faserstoff, mithin würden die 1000 Theile Blut 865 Theile Serum, 133 Theile Blutkörperchen und 2 Theile Faserstoff enthalten. Zur Bestimmung des Eiweißgehaltes genügt es, das Serum zu kochen und das so erhärtete Eiweiß zu wiegen. Alle diese Operationen indeß können nur Andeutungen geben; ihre Resultate sind nicht hinreichend genau, um Schlüsse zu erlauben. Eine genaue Analyse des Blutes, wie sie bei Krankheiten nöthig ist, ist Aufgabe eines durchaus gebildeten Chemikers; — wir dürfen sogar behaupten, daß es bei den jetzigen Untersuchungsmethoden zur Zeit noch unmöglich ist, über gewisse Veränderungen des Blutes in Krankheiten Aufschluß zu ertheilen.

Auf welchem chemischen Prozesse die Gerinnung des Blutes beruhe, ist eine noch unerledigte Frage. So viel scheint gewiß, daß die Berührung mit dem Sauerstoffe der Luft den wesentlichsten Einfluß darauf habe, daß sie aber nicht die einzige Ursache dieses annoch räthselhaften Vorganges sey. Viele Substanzen, namentlich concentrirte Salzlösungen, hindern die Gerinnung ganz; andere verzögern sie.

Die Blutkörperchen sind spezifisch schwerer, als das Plasma; sie sinken in demselben zu Boden. Die Gerinnung des Blutes tritt meist so schnell ein, daß die Blutkörperchen keine Zeit haben, sich zu senken und das ganze Blut zu einer gleichförmig rothen Masse gesteht. In sehr faserstoffhaltigem Blute aber verbinden sich die Blutkörperchen schnell zu Säulchen und Geldrollen; sie senken sich in diesem Zustande weit schneller, weil sie durch ihre Verbindung weniger Fläche darbieten und somit auch der Widerstand der Flüssigkeit gegen ihren Fall geringer ist. Der an der Oberfläche des Blutes gerinnende Faserstoff schließt dann keine Blutkörperchen ein; die rothe Farbe fehlt ihm demnach; er ist gelblich, fast ungefärbt und bildet eine hautartige Ausbreitung auf der Oberfläche des Gefäßes, die Speckhaut. Es ist eine bekannte Sache, daß diese Speckhaut sich stets auf stark faserstoffhaltigem Blute findet, bei entzündlichen Krankheiten, Schwangeren 2c. und daß ihre Bildung nicht auf einer zeitlichen

Verzögerung der Gerinnung, sondern auf der durch die Säulchenverbindung bedingten schnelleren Senkung der Blutkörperchen beruht.

Die spezifischen Unterschiede der beiden Blutarten, nämlich des arteriellen (rothen) und des venösen (blauen) Blutes, sind bedeutender in quantitativ-chemischer, als in morphologischer Hinsicht. Man hat bis jetzt keine constanten Formverschiedenheiten zwischen den Blutkörperchen dieser Blutarten entdecken können, nur so viel scheint sicher, daß die Schwankungen hinsichtlich der Größe derselben im venösen Blute bedeutender sind. Die Farbe bleibt noch immer der sicherste Charakter; selbst in sehr verdünnten Lösungen zeigt sich die Verschiedenheit der Nüance noch deutlich. Das spezifische Gewicht des arteriellen Blutes ist auffallender Weise, den meisten Beobachtern zufolge, geringer als das des blauen (venösen) Blutes, und wenn gleich der Gehalt an Faserstoff in ihm bedeutender ist und deßhalb die Gerinnung bei ihm schneller beginnt und in kürzerer Zeit beendet ist, so findet sich doch auf der andern Seite ein geringerer Gehalt an Blutkörperchen im arteriellen Blute und das Plasma ist im Allgemeinen weniger concentrirt. Wir müssen diese Resultate hinnehmen, so wie sie die Chemie uns gibt; allein es ist nicht zu verkennen, daß sie mit den Ergebnissen des Athmungsprozesses nur schlecht in Einklang stehen. Diesem zu Folge sollte das arterielle Blut weniger Wasser enthalten, concentrirter seyn, als das venöse, da in dem Athmungsprozesse Wasser ausgeschieden wird. In der That geben auch einige Chemiker das arterielle Blut als concentrirter und weniger wässerig an als das venöse; allein die Mehrzahl widerspricht dieser Behauptung. Vielleicht hängt der größere Wassergehalt des arteriellen Blutes von der Zufuhr der Lymphe ab; diese ist bekanntlich viel wässeriger als das Blut und da sie sich unmittelbar vor dem Herzen in den venösen Strom ergießt, so betreffen die an venösem Blute angestellten Untersuchungen nur solches Blut, welchem sich die Lymphe noch nicht beigemischt hat.

Der Gehalt an Gasen, welche in dem Blute enthalten sind,

scheint sehr nach den Umständen zu wechseln. In einem späteren Briefe werden wir genauer zu bestimmen suchen, an welche Bestandtheile des Blutes diese Gase gebunden sind; hier genügt es zu wissen, daß man durch die Luftpumpe sowohl, als auch durch Schütteln mit indifferenten Gasarten aus dem Blute Kohlensäure, Sauerstoff und Stickstoff entwickeln kann und zwar in folgenden Verhältnissen.

1000 Vol. Blut geben:

	Pferdeblut		Kalbsblut	
	Arterielles	Venöses	Arterielles	Venöses
Kohlensäure	70,2	47,0	71,0	55,6
Sauerstoff	25,0	12,0	28,1	9,6
Stickstoff	9,9	7,0	18,1	6,4
	105,1	66,0	117,2	71,6

Es geht aus einer einfachen Vergleichung hervor, daß das arterielle Blut im Ganzen bei weitem mehr Gase enthält, als das venöse, und daß außerdem zwar die relative Menge des Sauerstoffes bedeutend erhöht sey, dagegen auch die absolute Kohlensäuremenge bedeutender ausfalle als im venösen Blute; ein Resultat, welches freilich leider eben so wenig mit den aus den chemischen Bedingungen des Athemprozesses hervorgehenden Thatsachen stimmt, als der Wassergehalt der beiden Blutarten. Jedenfalls ist die Untersuchung des Gasgehaltes des Blutes eine der schwierigsten in der organischen Chemie und die Sicherheit der dadurch zu gewinnenden Resultate bei weitem nicht so groß, als die aus der Untersuchung der Athmungsprodukte hervorgehenden Folgerungen.

Das Verhältniß der Gase zum Blute ist sehr eigenthümlich und höchst wichtig zum Verständniß des Athmungsprozesses. Sauerstoff mit blauem Blut geschüttelt, färbt dasselbe hochroth und entbindet Kohlensäure; Kohlensäure mit arteriellem Blute geschüttelt, färbt dessen rothe Farbe blau und wird verschluckt, aber ohne daß Sauerstoff entbunden würde. Durch Schütteln des so blau gefärbten Blutes mit Sauerstoff wird die hochrothe Farbe wieder hergestellt. Die Anwendung dieser Verhältnisse auf die

Theorie des Athemprozesses wird sich in einem späteren Briefe ergeben.

So wie das Blut in stetem Kreislaufe, in beständigem, mechanischem Umschwunge durch den Körper sich befindet, so ist es auch in gleicher Weise in stetem Wechsel der Bestandtheile, in continuirlicher Umbildung, Zersetzung und Erneuerung begriffen. Schon an den Blutkörperchen selbst hat man die mannigfachsten Anzeigen beständiger Umbildung wahrgenommen. Die Einen werden sehr schnell von Reagentien angegriffen, während die Andern, welche daneben liegen, nur sehr langsam der Zerstörung nachgeben; hier sieht man, in ganz gesundem Blute, einzelne aufgeschwollene, scheinbar in Auflösung begriffene Körperchen; dort andere, in deren Innerem körnige Bildungen, Krümchen oder Kerne auf eine niedere Stufe oder Bildung deuten, während wieder andere, ohne Kerne, auf der höchsten Stufe der Entwicklung angekommen zu seyn scheinen.

Die Regeneration des Blutes ist hauptsächlich durch ein sekundäres Gefäßsystem bedingt, welches mit dem Blutgefäßsysteme in Zusammenhang steht, und das man das Lymphsystem genannt hat. In allen Theilen des Körpers, mit Ausnahme der Knochen und des Gehirnes, finden sich feine, dünnwandige Kanäle, welche mit blinden Enden oder mit maschenförmigen Netzen in dem Parenchyma beginnen, sich allmählig zu Stämmen zusammensetzen, die meist den Hauptblutgefäßen folgen und endlich in einem großen Hauptstamm, dem Milchbrustgang, sich sammeln. Der Milchbrustgang läuft längs der Wirbelsäule im Innern der Brusthöhle hinan und ergießt sich in die linke Schlüsselbeinvene. Die Lymphgefäße zeichnen sich durch mehre Eigenthümlichkeiten vor den Blutgefäßen aus. Vor allen Dingen enthalten sie eine so große Anzahl von inneren Klappen, daß sie meist, nach der Einspritzung, wie Perlschnüre aussehen, die man aneinander gereiht hätte. Außerdem sind ihre Wände dünner und die Zweige bei weitem weniger zu einzelnen Stämmen gesammelt. Selbst die größeren Stämme bilden mehr netzförmige Räume und nehmen sich etwa aus, wie

ein mit reichlichen Inseln versehener Fluß. Außerdem sind die contractilen Ringfasern in ihren Wänden bedeutend entwickelt und meist in verhältnißmäßig weit größerer Thätigkeit als in den Blutgefäßen. Sie reagiren durch Zusammenziehung sehr intensiv auf äußere Reize, und es ist nicht selten, bei Vivisektionen Zusammenziehung des Milchbrustganges und der größeren Lymphgefäße zu sehen. Diese Ringfasern sind indeß auch der einzige mechanische Apparat an den Lymphgefäßen zur Fortschaffung des flüssigen Inhaltes. Bei dem Blutgefäßsystem ist der mechanische Apparat auf einen einzigen Centralpunkt, das Herz, zusammengezogen; bei den Lymphgefäßen sind die bewegenden Momente über den ganzen Verlauf verbreitet. Von Stelle zu Stelle, von der Peripherie gegen den Milchbrustgang hin fortschreitend ziehen sich die Ringfasern zusammen und pressen die in dem Lymphgefäße enthaltene Flüssigkeit nach beiden Richtungen hin aus. Allein dem Ausweg gegen die Peripherie hin stemmen sich die zahlreichen Klappen entgegen; die Flüssigkeit wird demnach gegen den Milchbrustgang hingetrieben. Sobald die Zusammenziehung nachgibt und das Gefäß sich öffnet, so strömt natürlich von der Peripherie her wieder neue Lymphe ein, die durch eine neue Contraktion wieder weiter geschafft wird.

Unstreitig ist indeß diese selbstständige Zusammenziehung der Lymphgefäße nicht das einzig wirksame Moment zur Fortbewegung ihres Inhaltes. Man hat die Bemerkung gemacht, daß in starren Theilen, die keiner selbstständigen Bewegung fähig sind, keine Lymphgefäße vorkommen, während sie da, wo Muskelcontraktionen und räumliche Wechsel aller Art sich finden, in großer Anzahl vorhanden sind. Der abwechselnde Druck der umgebenden Theile wirkt gewiß ganz in derselben Weise, wie die selbstständige Contraktion. Er treibt die Flüssigkeit vorwärts und bei seinem Aufhören strömt wieder neue aus der Peripherie ein, welche, der Stellung der Klappen nach, bei erneutem Drucke weiter befördert wird.

Die Anfänge der Lymphgefäße im Gewebe sind noch nicht so gekannt, wie es wünschbar wäre. Die Anordnung der

Klappen, welche bis in die feinsten Aeste hin sich erhält, läßt jede feinere Injektion der letzten Zweiglein unmöglich erscheinen und andererseits gelingt es bei der hellen Farbe der darin eingeschlossenen Flüssigkeit nicht, so leicht die feinsten Lymphgefäße zu finden, als dies beim Blute möglich ist, wo die Capillaren durch die rothe Farbe der darin schwimmenden Blutkügelchen sich so sehr auszeichnen. Jedenfalls ist es, nach der Analogie der Darmzotten, innerhalb deren man die mit Milch gefüllten Saugadernanfänge gesehen haben will, wahrscheinlich, daß sie mit einzelnen kolbenförmigen Enden beginnen und nicht mit einem Maschennetze, wie einige Forscher wollten.

Eine weitere Eigenthümlichkeit der Lymphgefäße besteht in den zahlreichen Drüsen, durch welche sie hindurch gehen. Diese, recht uneigentlich so genannten Gebilde, welche sich namentlich in der Achselgrube und der Schenkelbeuge, so wie in dem Gekröse in sehr großer Menge befinden, bestehen aus kleinen, oft haselnuß- oder selbst taubeneigroßen halbfesten Körpern, innerhalb deren die eintretenden Lymphgefäße sich in eine Menge verwickelter Zweige zerlegen, und auf welchen sich ziemlich bedeutende Blutgefäße verzweigen. Wahrscheinlich enthalten diese Lymph- oder Saugaderdrüsen gar keine eigentliche Drüsensubstanz, sondern sie sind bloße Gefäßknäuel, innerhalb deren die Lymphe eine merkliche Veränderung erfährt.

Der Beschaffenheit der Flüssigkeit nach, welche in den Lymphgefäßen nach dem Venensystem zugeleitet wird, unterscheidet man zwei Arten von Saugadern; die eigentlichen Lymphgefäße mit klarem, hellem, durchsichtigem Inhalte, welche aus allen Theilen des Körpers stammen und die Chylus- oder Milchgefäße, welche von dem Darmkanal ausgehen und sich durch ein meist trübes, milchiges Ansehen der in ihnen enthaltenen Flüssigkeit auszeichnen.

Die Lymphe selbst, welche man schon in einigen seltenen Fällen aus Wunden am Fußrücken in ziemlich reichlicher Menge sammeln konnte, bietet in morphologischer und chemischer Hinsicht viel Aehnlichkeit mit dem Blute dar. Sie gerinnt wie dieses, bildet, indem ihr Faserstoff die in ihr enthaltenen Körperchen

umhüllt und einschließt, einen Kuchen wie das Blut, der nur dadurch sich unterscheidet, daß er farblos ist. Es schwimmen in ihr Körperchen, welche mit den farblosen Körperchen, die man im Blute in geringer Anzahl findet, identisch sind, und an denen man deutlich einen Kern und eine Schale unterscheiden kann; sie sind bedeutend größer als die Blutkörperchen.

Der Chylus oder Milchsaft unterscheidet sich durch seinen bedeutenden Gehalt an Fett von der Lymphe. Dies Fett ist in kleinen Tröpfchen und Kügelchen in ihm abgelagert, und der Chylus erhält dadurch ein emulsionsartiges Ansehen. Die Menge dieses Fettes richtet sich durchaus nach der Nahrung. Bei hungernden Thieren ist der Chylus blaß, selbst ganz durchsichtig; bei Genuß von stärkemehlhaltigen Substanzen wenig trübe, mehr noch nach Fleisch und Milch, völlig weiß und undurchsichtig nach Genuß von Butter.

Je näher der Chylus und die Lymphe dem Blutgefäßsysteme kommen, desto ähnlicher werden sie auch dem Blute selbst, ohne indeß dessen Zusammensetzung gänzlich zu erreichen. Die Körperchen selbst, so wie die Flüssigkeiten werden allmählig röthlich, und namentlich scheint die Milz wesentlich zu dieser Röthung der Lymphe beizutragen. Indeß wandeln sich die Lymphkörperchen innerhalb des Milchbrustganges noch nicht in vollkommene Blutkörperchen um, eben so wenig als der Chylus selbst in seiner Zusammensetzung dem Blute gleicht. Eine nähere Vergleichung der Analysen beider Flüssigkeiten gibt die Unterschiede deutlich zu erkennen.

Hundert Theile Pferdeblut enthalten 81,0 Wasser und 19,0 feste Stoffe; Katzenblut etwa eben so viel; während der Chylus des Pferdes 93,5 Wasser und 6,5 feste Stoffe, derjenige der Katze auf 90,5 Wasser und 9,5 feste Stoffe enthält. Berechnet man, um eine Basis der Vergleichung zu haben, die festen Bestandtheile in Prozenten, so erhält man folgende Resultate.

	Pferdeblut	Pferdechylus	Katzenblut	Katzenchylus
Körperchen	48,8	6,2	61,0	} 51,9
Eiweiß	42,2	47,8	} 32,1	
Extractivstoff	2,7	9,7		
Faserstoff	1,5	1,2	1,3	1,3
Fett	0,8	23,2	1,4	34,7
Alkalische Salze	3,5	10,6	0,8	2,4
Erdige Salze	0,2	1,3	0,3	2,2
Eisen	0,3	Spuren	0,3	Spuren
Kochsalz			2,8	7,5
	100,0	100,0	100,0	100,0

Die Unterschiede beider Flüssigkeiten springen in die Augen. Während der Chylus im Ganzen wasserhaltiger ist, als das Blut, so bieten die relativen Faserstoff- und Eiweißmengen nur geringe Verschiedenheit dar, während dagegen in dem Chylus eine bedeutende Menge Fett die fehlenden Körperchen ersetzt. Der Chylus bietet demnach eine beständige Ersatzquelle der stickstoffhaltigen Proteinsubstanzen, des Faserstoffes und Eiweißes, während er zugleich einen Ueberschuß von Fett und Wasser in das Blut einführt. Auch die Salze sind relativ in weit bedeutenderer Menge im Chylus, als in dem Blute vorhanden. Noch mehr als der Chylus, nähert sich die Lymphe dem Blute in ihrer Zusammensetzung, da sie nur wenig Fett enthält; sie läßt sich fast als unverändertes Plasma betrachten.

Berücksichtigt man nun, daß die Lymphe und der Chylus in unmittelbarer Nähe des Herzens in die Schlüsselbeinvene ergossen werden, und nur das rechte Herz und die Lungen zu durchlaufen haben, um in den arteriellen Blutstrom zu kommen, so läßt sich schon a priori das wahrscheinliche Schicksal der einzelnen Bestandtheile des Chylus und der Lymphe errathen. Das überschüssige Wasser dunstet theils in den Lungen aus, theils wird es in den Nieren abgeschieden; die Lymphkörperchen bilden sich im Blutstrome allmählig zu Blutkörperchen um; die überschüssigen Salze werden in den Nieren, dem Sekretionsorgan der salzigen Bestandtheile entfernt, Faserstoff und Eiweiß bleiben

in dem Plasma und ersetzen die demselben durch die Ernährung der Theile zugefügten Verluste. Das Fett löst sich großen Theils im Plasma auf und wird von diesem an bestimmten Orten abgesetzt.

Die Abhängigkeit, in welcher die Bildung des Chylus von der Art der Nahrung steht, ist so groß, daß man mit vollem Rechte zur Aufstellung des Satzes berechtigt ist, daß der Chylus zweier gleich genährter Thiere aus verschiedenen Gattungen nicht so verschieden ist, als derjenige zweier ungleich genährter Thiere derselben Gattung. Es beweist dies auf das Bestimmteste, daß den auffsaugenden Milchgefäßen des Darmes keine Auswahl unter den ihnen dargebotenen Stoffen des Darminhaltes frei steht, sondern daß sie aufnehmen, was gerade absorptionsfähig ist. Stände ihnen eine Auswahl zu, so würde die Qualität des Milchsaftes nicht mit den Nahrungsmitteln in Verhältniß stehen, sondern vielmehr bei einer und derselben Thiergattung stets dieselbe Zusammensetzung haben, was, wie erwiesen ist, nicht statt hat. Da mithin der Chylus in so naher Wechselwirkung mit dem Blute und der Blutbereitung steht, so ist diese auch wieder durchaus von der Art der Ernährung abhängig und es ist sonach von der größten Wichtigkeit für die Wohlfahrt des ganzen Körpers, daß die Aufnahme von Nahrungsmitteln den Bedürfnissen der Blutmasse gehörig angepaßt sey. Wir werden in einem der folgenden Briefe darzuthun versuchen, daß die Milchgefäße hauptsächlich die Regenerationsquelle des Blutplasmas bilden, daß demnach von ihnen die normale Ernährung des Körpers großen Theils abhängt, während trotz der starken, in den Blutgefäßen des Darmes thätigen Auffsaugung, diese weniger die normalen, als die zufälligen Bestandtheile des Plasmas aufnehmen.

Dritter Brief.

Die Verdauung.

Die Maschine des Organismus bedarf einer beständigen Speisung, einer steten Zuführung von Substanzen, aus welchen die im Umschwunge des Stoffwechsels zersetzten Theile des Organismus wieder aufgebaut werden. Zu dieser Stoffaufnahme hat die Natur in dem thierischen Körper ein eigenthümliches Rohr geschaffen, welches in den höheren Thieren an beiden Enden geöffnet ist; einerseits um die zur Nahrung bestimmten Substanzen aufzunehmen, und am anderen Ende, um die Reste, welche nicht aufgenommen wurden, auszuwerfen. Dies Rohr heißt der Darmkanal oder Nahrungskanal. Seine äußeren Formen, so wie seine inneren Bildungen wechseln in größter Mannigfaltigkeit, je nach der Beschaffenheit der Nahrung und der Eigenthümlichkeit der Gattung. Im Allgemeinen besitzen fleischfressende Thiere ein kürzeres, weniger gewundenes Darmrohr, an welchem nur ein größerer Behälter, der Magen angebracht ist; pflanzenfressende Thiere dagegen sind mit längerem, vielfach gewundenem Darmschlauche versehen, und nicht nur ist der Aufnahmbehälter, der Magen, öfter mehrfach vorhanden, sondern auch an andere Stellen sind zuweilen seitliche Ausstülpungen, Blinddärme angebracht, in welchen die der Verdauung unterworfenen Nahrungsstoffe länger verweilen. Die innere Bildung des Darmrohres selbst ist, bei den höheren Thieren namentlich, nach einem und demselben Typus angelegt. Man unterscheidet drei Schichten: eine innerste Schleimhautschicht, aus wenigen Zellgewebefasern gewebt, mit einem Ueberzuge kernhaltiger Zellen versehen, welche

in unmittelbare Berührung mit dem Speisebrei treten. In dieser Schleimhautschicht finden sich eine große Zahl von Drüsen in mannigfaltigen Formen der Ausbildung, welche die verschiedenen Darmsäfte aussondern, die bei der Verdauung thätig sind. Außerdem ist die Schleimhaut das aufsaugende und assimilirende Organ; sie bildet eine Menge Zotten, Falten und Vorsprünge, welche in die Darmhöhle hineinragen und in deren Innerem sich zahlreiche Blut- und Lymphgefäße verzweigen. Die Schleimhautzellen haben nirgends Oeffnungen; alle Stoffe, welche durch sie aufgenommen werden sollen, können nur in flüssigem Zustande durch die auskleidende Zellenschicht hindurch in die Blutgefäße und den im Centrum der Zelle befindlichen Lymphkanal gelangen. Aeltere Anatomen, welchen die Struktur der Zellen des thierischen Körpers noch unbekannt war, hielten die dunklen Kerne dieser Zellen für Oeffnungen in den Zotten, und schlossen daraus, daß die Lymphgefäße mit offenen Enden die Stoffe aufsaugten; neue Untersuchungen haben die wahre Natur dieser dunkeln Punkte und die Struktur der letzten Enden der Lymphgefäße dahin aufgeklärt, daß die vermeinten Oeffnungen solide Kerne sind, während im Innern der Zotte eine blinde, oft keulenförmige Höhle existirt, welche den Anfang der Milchgefäße darstellt. Außerhalb dieser, gleichsam die chemische Funktion des Darmkanales repräsentirenden Schleimhautschicht findet sich eine Muskelschicht, bestimmt auf mechanische Weise die im Inneren des Darmes aufgehäuften Nahrungsstoffe allmählig gegen den Ausgang hin zu befördern. Zu diesem Endzwecke ist die Muskelschicht aus einzelnen meist queren Muskelfasern gewebt, welche ringförmig um das Rohr herumlaufen und durch ihre, der Willkühr nicht unterworfenen Zusammenziehungen wellenförmig von oben nach unten fortschreitende Bewegungen veranlassen, welche die Physiologen mit dem Namen der peristaltischen Bewegungen zu bezeichnen gewohnt sind. Eine dritte äußerste Schicht endlich ist aus einer sehr glatten schlüpfrigen Haut gebildet, deren glänzende, stets feucht erhaltene Oberfläche das Gleiten der Darmstücke bei ihren Bewegungen sehr befördert. Diese Schicht ist

eine Fortsetzung des die ganze Bauchhöhle auskleidenden Bauchfelles, und überall bildet das Bauchfell, wenn es den Darm überzieht, Duplikaturen, an denen der Darm hängt, etwa wie die umgeschlagene Laufröhre an einem Vorhange. Das Gekröse und die Netze sind solche Duplikaturen des Bauchfells, durch sie ist der Darm befestigt, allein zugleich ist seinen Bewegungen ein weiter Spielraum gelassen.

Die Verdauung als solche, d. h. die Veränderung, welche die Speisen innerhalb des Darmrohres von der Mundhöhle an bis zu ihrem Austritte erleiden, ist ein rein chemischer Prozeß, der, unter denselben Bedingungen außerhalb des Körpers wiederholt, ganz dieselben Resultate liefern würde. Es treten hier nicht, wie man so oft geglaubt hat, vitale Kräfte ins Spiel, deren Analyse uns unmöglich ist; das Leben des Organismus ist nur insofern dabei thätig, als es die zu verdauenden Stoffe in der nöthigen Temperatur erhält, die zur Zersetzung dienenden Säfte und Reagentien liefert, die Filter zur Abscheidung der gelösten Substanzen herstellt und endlich die zur Fortschaffung der ungelösten Stoffe angewiesenen Kräfte in Anwendung bringt. Der Prozeß der Verdauung selbst aber ist der unmittelbaren Einwirkung des Organismus eben so gut entzogen, als jeder andere chemische Prozeß im Körper. Man hat schon oft darauf aufmerksam gemacht, daß die zur Verdauung vom Körper angestellten Operationen denen des Chemikers in vieler Beziehung ähneln. Zuerst wird die Substanz zwischen den Zähnen zerkleinert, zerschnitten, zerrieben und mit einer indifferenten Flüssigkeit, dem Speichel, gemischt. Nachdem sie so zur Einwirkung der verschiedenen lösenden Flüssigkeiten vorbereitet ist, so wird sie in einer größeren Blase, dem Magen, dann in einem längeren Rohre, dem dünnen und dicken Darme mit verschiedenen Säften ausgezogen, die Lösungen durch die Schleimhaut abfiltrirt und von Blut- und Lymphgefäßen aufgenommen und der unbrauchbare Rest endlich, nach vollendeter Operation, weggeworfen.

Man hat dem Kauen und der dabei stattfindenden Tränkung der Nahrungsmittel durch den Speichel nur den oben

bezeichneten mechanischen Einfluß der Zerkleinerung und Einweichung zuzuschreiben. Es ist durch entscheidende Versuche erwiesen, daß der Speichel keine direkte verdauende Kraft besitzt; Speisen, welche unmittelbar in den Magen gebracht wurden, ohne vorgängige Einspeichelung, wurden eben so schnell verdaut, als solche, die auf dem gewöhnlichen Wege dahin gelangten. Indessen ist nicht zu läugnen, daß der Speichel namentlich durch seine Vermischung mit dem Mundschleime die Fähigkeit hat, eine große Menge von Luft, etwa wie Seifenwasser, einzuschließen und so in den Magen hinabzuführen. Der Sauerstoff der Luft aber, welcher auf diese Weise in den Magen gelangt, ist zu der Verdauung einiger Substanzen, namentlich der stärkmehl- und gummihaltigen, ein wesentliches Förderungsmittel. Zur Verdauung der proteinhaltigen Nahrungsmittel, des Faserstoffes und Eiweißes ist die Beihülfe des Sauerstoffes nicht wesentlich; deßhalb sehen wir auch bei fleischfressenden Thieren das Kauen und die Einspeichelung nur sehr unvollständig geschehen; ihr Speichel selbst ist wässriger und weniger schaumig. Pflanzenfresser dagegen haben Backzähne mit stumpfen breiten Kronen, zum Mahlen und Zerreiben tauglich, sie kauen die Nahrung vollständig und verwandeln sie schon im Munde mit Beihülfe eines schaumigen, sehr lufthaltigen Speichels in einen Brei, der sogar bei den Wiederkäuern zum zweiten Male aus dem Magen in die Mundhöhle heraufbefördert wird, um von neuem zerkleinert und mit einer neuen Sauerstoffmenge durchknetet zu werden.

Die Nahrungsmittel gelangen schluckweise, in Form von Bissen, sobald sie fest sind, in den Magen, einen einfachen Sack mit dünnen, muskulösen Wänden. Es ist eine fast allgemein verbreitete Ansicht, nicht nur unter dem Volke, sondern selbst unter den Gebildeten, daß der Magen eine zweite mechanische Zerkleinerung vornehme, daß er die Speise von neuem zerreibe. Dies ist durchaus falsch, und von der Ansicht der Mägen des uns gewöhnlich zur Speise dienenden Geflügels, der Hühner und Enten, hergeleitet, die freilich einen zur Zerreibung der Körner eingerichteten Magen haben. Bei dem Menschen beschränkt sich

die Thätigkeit der Muskelwände auf unbedeutende Zusammenziehungen und Aufblähungen, wodurch der Inhalt des Magens im Sacke von oben nach unten gegen die Pförtnerklappe hin getrieben und wenn er nicht durch diese hinaus in den Darm tritt, wieder längs des oberen Magenrandes nach der Eintrittsöffnung zurückbewegt wird, so daß der Speisebrei (Chymus) im Kreise herum längs der Magenwände sich fortwälzt.

Das einzige Element, wodurch die Verwandlung der Speisen in einen gleichförmigen Brei bewirkt wird, ist der Magensaft, eine schwach saure Flüssigkeit, welche von den mannigfachen Drüsen der Magenschleimhaut abgesondert wird. Schon ältere Versuche hatten diese Einwirkung des Magensaftes als unzweifelhaft dargestellt. Man hatte Hühner, Enten und Hunde kleine Blech- oder Holzbüchschen verschlingen lassen, deren Wände durchlöchert waren, so daß die darin enthaltenen Nahrungsstoffe zwar von dem Magensafte durchdrungen, die Speisen selbst aber in keine Berührung mit den Magenwänden kommen konnten. Indem man nach einigen Stunden die Büchschen wieder an den Fäden, woran man sie befestigt hatte, hervorzog, konnte man die Einwirkung der stattgehabten Verdauung beurtheilen. Man fand dann die Büchschen leer, die darin enthaltenen Substanzen waren aufgelöst, verdaut worden durch die alleinige Einwirkung des Magensaftes.

Die chemische Zusammensetzung des Magensaftes wechselt außerordentlich nach den verschiedenen Zuständen des Magens selbst. In nüchternem Zustande wird nur sehr wenig und kaum saurer Magensaft abgesondert; bei Anfüllung mit Speisen ist auch die Absonderung und die Säuerung bedeutender. Selbst die Bestandtheile des Sekretes scheinen in bestimmten Grenzen zu wechseln. So haben sich die Chemiker noch nicht über die Qualität der freien Säure des Magensaftes einigen können; bald fand man nur Salzsäure, bald Essig-, Milch- oder Buttersäure; bald alle diese Säuren zusammengenommen, und es scheint die Wirkung dieser verschiedenen Säuren im Magensafte nur dem Grade nach verschieden zu seyn. Nach neueren Untersuchungen

existirt im Magensafte nur Milchsäure in freiem Zustande; alle anderen Säuren, welche darin vorkommen, sind an besondere Basen gebunden und demnach als phosphorsaure, salzsaure und schwefelsaure Salze vorhanden. So viel steht sicher, daß nur ein sauer reagirender Magensaft verdaut und die Speisen chymificirt; dagegen ein neutraler oder alkalischer keine verdauende Wirkung ausübt. Es war natürlich, daß man nach Erkenntniß dieser Thatsache, auch der freien Säure im Magensafte allein die verdauende Kraft zuschrieb. Allein die Erfahrung, daß bei allzu saurem Magensafte, bei dem sogenannten Sodbrennen, die Verdauung nicht nur nicht gefördert, sondern im Gegentheil behindert war, ließ schon sehr an der Richtigkeit dieser Ansicht zweifeln und vergleichende Versuche ließen sie durchaus verwerfen. Speisen mit Magensaft außerhalb des Körpers in Gläschen digerirt, wurden verdaut, während verdünnte Säure keine oder nur äußerst geringe auflösende Kraft zeigte, die in keinem Verhältniß mit derjenigen des Magensaftes stand.

Nach den mannigfachsten Versuchen gelang es endlich aus dem Magensafte eine organische Substanz abzuscheiden, welche ohnstreitig das verdauende Prinzip in sich trägt, und deßhalb auch das Pepsin genannt wurde. Es gelang einen Weg zu zeigen, auf dem man sich diesen Stoff, freilich unrein, in reichem Maße verschaffen konnte. Man braucht nur einen thierischen Magen mit Wasser auszulaugen und die so erhaltene Flüssigkeit mit einer angemessenen Quantität Säure zu versetzen, um eine dem Magensafte durchaus analoge Flüssigkeit zu erhalten. Fleisch, Eiweißwürfel &c. werden in diesem künstlichen Magensafte, sobald man die Mischung in der gehörigen Wärme erhält, ganz so verdaut, als wie in dem lebenden Magen auch; die Substanzen zerfallen, werden durchscheinend und endlich zu einer trüben dicklichen Flüssigkeit, in einen wahren Speisebrei verwandelt. Das Pepsin selbst wirkt in ungemein geringem Verhältniß; es braucht nur $\frac{1}{6000}$ des, so rein als es bis jetzt möglich war, dargestellten Stoffes in der Flüssigkeit vorhanden zu seyn, und sie zeigt noch verdauende Kraft; nach der Verdauung findet sich die

gleiche Menge Pepsin in der Flüssigkeit wieder. Es ist mithin nicht durch Verbindung mit den Nahrungsstoffen, wodurch das Pepsin auflösend wirkt; etwa wie Silberoxyd von Salpetersäure aufgelöst wird, weil sich die beiden Stoffe zu einem löslichen Salze verbinden; sondern das Pepsin wirkt einzig durch seine Gegenwart in der Mischung ein, gerade so wie Hefe die Gährung einleitet, ohne weiter dadurch verändert zu werden. Man hat diese Wirkungsart der Stoffe auf einander, wo sie sich gegenseitig nur durch ihren Contakt zersetzen, die katalytische Wirkung genannt; das Pepsin trägt durch katalytische Kraft zur Auflösung der Nahrungssubstanzen bei. Daß das Pepsin zu derselben Klasse von Körpern, wie die Hefe, die Diastase, vielleicht auch einige thierische Gifte gehöre, welche, selbst in steter Zersetzung begriffen, die mit ihnen in Berührung kommenden Körper ebenfalls zu schleuniger Zersetzung bestimmen, ist wahrscheinlich, indeß kann man über seine Natur nur Vermuthungen hegen, da es bis jetzt noch nicht rein dargestellt werden konnte.

Indeß ist das Pepsin für sich allein nicht im Stande die Chymificirung und Auflösung der Nahrungsstoffe zu bewirken. Eine gewisse Quantität Säure gehört stets mit zu diesem Prozesse. Eine neutrale oder alkalische Pepsinauflösung verdaut nicht; eben so wenig als eine Auflösung reiner Säure; beide Flüssigkeiten mit einander vermischt verdauen; die Magenverdauung ist demnach ein etwas verwickelter Prozeß; es gehören dazu nothwendig zwei Elemente, Säure und Pepsin und beide in angemessener Quantität.

Das Resultat der Magenverdauung ist ein gleichförmiger, weißlicher Brei, der Chymus oder Speisebrei, der seiner Vermischung mit dem Magensafte zu Folge sauer reagirt. Daß dieser Brei keine vollständige Auflösung der Nahrungsmittel darstelle, ist klar; es ist ein Gemenge, in dem einige Substanzen wirklich aufgelöst, andere chemisch verändert, noch andere nur aufgeweicht sind; namentlich ist dies der Fall mit den organischen Stoffen, welche ihre Struktur gänzlich verlieren, mit Ausnahme der Holzfaser und der hornigen Theile; — Federn, Klauen,

Haare, Spelzen und Schalen der Früchte erhalten sich unverändert im Magen. Das genossene Fett wird bei der hohen Temperatur von 30° R., die im Magen herrscht, meist flüssig und findet sich in Tropfen im Breie vertheilt. Der Käsestoff der Milch gerinnt im Magen, wird aber dann allmählig eben so wie Muskelfaser, geronnener Faserstoff, Knorpel, selbst Knochen, und die meisten thierischen Stoffe in eine strukturlose Gallert verwandelt. Die stärkmehlhaltigen Substanzen scheinen meist chemisch verändert zu werden; sie sollen sich theilweise in Gummi und Traubenzucker verwandeln; die meisten Zuckerarten gehen in saure Gährung über; die Proteinverbindungen, Faserstoff und Eiweiß, welche im Magen aufgelöst wurden, verlieren dadurch ihre Gerinnbarkeit, werden mithin ebenfalls wesentlich verändert. Die Untersuchung über die Umänderungen, welche die verschiedenen Nahrungsstoffe in dem Magen erleiden, sind bei weitem noch nicht auf dem Punkte angelangt, wo sie seyn sollten; namentlich hat man bis jetzt noch versäumt, mit den auf künstlichem Wege, mittelst natürlichen oder künstlichen Magensaftes erhaltenen Verdauungsprodukten endosmotische Versuche anzustellen, um sich zu versichern, welche von diesen Stoffen schon im Magen aufgesaugt werden und welche, auch nach vollendeter Umwandlung in Chymus, noch der Dünndarmverdauung zu ihrer Assimilation bedürfen.

Sobald der Speisebrei die Pförtnerklappe des Magens überschritten hat und in den Dünndarm eingetreten ist, so mengen sich ihm die Absonderungsprodukte zweier bedeutender Drüsen, der Bauchspeicheldrüse und der Leber zu. Letztere namentlich hat von jeher in der Medizin und in den physiologischen Ideen der Aerzte sowohl als des Volkes eine eminente Rolle gespielt und in manchen Ländern Europa's schreibt wenigstens der zweite Kranke alle Uebel, welche ihn betreffen, der Galle zu. Manche dieser Vorurtheile können wir dreist als solche zurückweisen, vielen dürfen wir nur bedingungsweise entgegen treten und zu den meisten können wir leider weder Nein! noch Ja! sagen; denn wir müssen eingestehen, daß von allen chemischen Einwirkungen

auf die Verdauung diejenige der Galle gerade am wenigsten, ja so gut wie nicht bekannt ist und daß wir, nach den bis jetzt vorliegenden Thatsachen wahrlich nicht einmal begreifen können, warum uns die Natur diese größte aller Drüsen, die Leber, in den Unterleib gesetzt hat. Erst in den allerneuesten Zeiten scheint ihr Bau in einigermaßen befriedigender Weise aufgeklärt worden zu seyn. Schon durch die Art und Weise der Anordnung ihrer Blutgefäße trat die Leber ganz aus der Reihe aller andern Drüsen heraus. Ihre Arterie steht in gar keinem Verhältniß zu ihrer Größe, und die großen, weitschichtigen Netze, welche die arteriellen Capillaren bilden, zeigen wohl, daß sie zu der Gallensekretion in weniger Beziehung stehen und daß sie mehr der Ernährung der Drüse gewidmet sind. Für diesen Mangel wird die Leber indeß dadurch entschädigt, daß alles venöse Blut, welches vom Darmkanale zurückkommt (mit Ausnahme der obersten und untersten Theile, welche keinen Bezug mehr zur Verdauung und Aufsaugung haben), daß all dieses Darmblut sich in einen einzigen Stamm sammelt, die Pfortader und daß dieser venöse Stamm sich dann wieder in der Leber verzweigt und dieser gegenüber ganz dieselbe Rolle spielt, wie bei den übrigen absondernden Drüsen die Blut zuführende Arterie. Die Pfortader vertheilt sich in sehr feine Maschennetze, aus welchen sich dann nach und nach die Lebervenen zusammensetzen, welche das Blut in die große Hohlader und somit in die rechte Vorkammer des Herzens führen. Die Stoffe also, welche durch die Aufsaugung im Darme aus den Nahrungsmitteln in das Blut aufgenommen worden sind, gelangen nicht in den allgemeinen Kreislauf, bevor sie nicht einmal durch die Capillargefäße der Pfortader hindurch gegangen sind.

Mit dieser außergewöhnlichen Anordnung der Blutgefäße sind indeß die anatomischen exceptionellen Verhältnisse der Leber noch nicht erschöpft. Alle andern ausführenden Drüsen des Körpers kommen in ihrem Baue in sofern überein, daß sie aus Röhren gebildet sind, welche mit blinden Enden beginnen und durch ihr Zusammentreten endlich einen Hauptausführungsgang bilden,

welcher das Sekret weiter befördert. Die absondernden Röhren haben einen weit bedeutenderen Durchmesser als die capillaren Blutgefäße und werden an den Netzen derselben umsponnen. Man könnte sich die absondernden Drüsenkanäle mit ihren umspinnenden Blutgefäßnetzen etwa unter dem Bilde einer mit einem Seidenhandschuh bekleideten Hand vorstellen, wo die Finger die Drüsenkanäle, das Seidengewebe mit seinen Maschen die Netze der Blutgefäße repräsentiren würden. In der Leber verhalten sich die absondernden Gallenkanäle durchaus anders. Sie lösen sich zuletzt in ein Netz auf, das aus eben so feinen Röhren besteht, als die Capillargefäße selbst, das eben so complicirte Maschen zeigt als diese und beide Gewebe durchdringen sich so wechselseitig, daß nur vermöge der innern Struktur, oder nach einer gelungenen Einspritzung, vermittelst der verschieden gefärbten Massen entschieden werden kann, welche dieser feinsten Röhrchen und Netze aus Gallenkanälen, welche aus Blutgefäßen gebildet sind. Ich muß auch hier wieder die Zuflucht zu einem trivialen Vergleiche nehmen, welcher aber vielleicht diese Anordnung klarer macht, als eine lange Beschreibung. Man stelle sich einen aus zweierlei Fäden gestrickten Strumpf vor, dessen Maschen so in einander greifen, daß sie sich wechselseitig ausfüllen und verdrängen; man nehme ferner an, daß dieses Gewebe ebenso in die Dicke fortgestrickt sey, wie es beim Strumpfe in die Breite geschieht, und man wird sich auf diese Weise ein ungefähres Bild der Leberstruktur entworfen haben. Diese innige Durchdringung der blutführenden und gallabsondernden Kanäle bedingt indeß keine Verschmelzung beider; hier so wenig wie in den andern Drüsen findet ein Uebergang der Blutgefäße in die absondernden Kanäle Statt; nirgends existirt eine solche offene Communikation; Stoffe aus dem Blute können in der Leber sowohl wie in den andern Drüsen nur auf diese Weise in die absondernden Kanäle gelangen, daß sie aufgelöst als Flüssigkeit durch die überall geschlossenen Wände der Gefäße und Kanäle durchschwitzen.

Die Galle selbst ist eine bitterlich schmeckende klare Flüssigkeit von grünlich-gelber Farbe. Ueber ihre Zusammensetzung sind

die Chemiker noch nicht ganz einig und die Menge von verschiedenen Stoffen, welche man in ihr aufgefunden hat, und deren Zahl man ohne Zweifel noch vermehren wird, deutet sichtlich darauf hin, daß sie äußerst leicht zersetzbar ist und daß die sie zusammensetzenden Grundstoffe sich in der mannigfaltigsten Weise gruppiren können. Ja es ist sogar wahrscheinlich, wie der größte Chemiker unserer Zeit behauptet, daß sie in der Gallenblase schon nicht mehr unverändert bleibt, sondern in diesem Behälter selbst eine andere Gruppirung von Stoffen zeigt, als sie ursprünglich hatte. Indeß scheint mir, als könnte auch dieser Streit der Chemiker über die Zusammensetzung der Galle nur von geringem Erfolge für die Erforschung ihrer physiologischen Einwirkung seyn, die an der Galle im Ganzen und nicht an ihren einzelnen Stoffen studirt werden muß. Jedenfalls wissen wir so viel, daß die Galle viel freies Alkali in ihrer Mischung enthält und daß die organischen Stoffe, welche sich in ihr vorfinden, sehr reich an Kohlenstoff, aber sehr arm an Stickstoff sind; daß die Galle somit, hinsichtlich ihrer Zusammensetzung, in direktem Gegensatze zu dem Harne steht, in dessen organischen Bestandtheilen der Stickstoff bedeutend vorwiegt.

Was die Einwirkung der Galle auf den Speisebrei betrifft, so ist diese mehr noch im Unklaren, als sie es verdiente. Sicherlich ist sie von höchster Wichtigkeit; die Natur schafft nicht umsonst eine so umfangreiche Drüse und läßt nicht umsonst mehr als ein Pfund Flüssigkeit täglich absondern und in den Darm ergießen. Daß die gelbliche, bräunliche Farbe des in den dünnen Gedärmen enthaltenen Speisebreies und der Exkremente von der Galle herrührt, ist mit dem Mikroskope in der Hand erweislich; daß nur sehr wenig Gallenstoff wirklich ausgeleert wird, ist eine durch die Chemie erhärtete Thatsache. Zum Voraus auch kann aus der Zusammensetzung der Galle geschlossen werden, daß das in ihr enthaltene, freie oder an sehr schwache Säuren gebundene Alkali von der im Speisebrei enthaltenen Säure in Beschlag genommen werden und diese sättigen muß — und damit wären auch unsere positiven Kenntnisse am Schlusse. Daß dies zur

Erklärung der Gallenabsonderung nicht hinreicht, sieht Jeder leicht ein und das Eingeständniß ausgezeichneter Beobachter, wonach in Folge der Unterbindung des Gallenganges und folglich bei Mangel der Galle im Darme die Dünndarmverdauung nicht wesentlich zu leiden schien, scheint hier nur trübe Aussichten zu eröffnen. Doch finde ich in den Resultaten dieser Unterbindung wieder einen schönen Ausgangspunkt zu künftigen Untersuchungen. Der Chylus, der Milchsaft in den Lymphgefäßen war nach gehemmtem Galleneinfluß in den Darm nicht mehr milchig wie eine Emulsion, sondern hell und klar, oder mit andern Worten, er enthielt kein Fett.

Hält man mit dieser Thatsache nun noch die Erfahrung zusammen, daß der Chylus in den vom Magen selbst ausgehenden Lymphgefäßen kein oder nur sehr wenig freies Fett enthält und deßhalb auch nicht milchig, sondern mehr röthlich ist; daß dagegen die Dünndarmlymphgefäße bei Fettnahrung strotzend mit fettiger Flüssigkeit angefüllt sind; bedenkt man, daß die Galle fettige und fettähnliche Substanzen in Auflösung bei sich hat und gewiß deren noch mehr in Gestalt einer seifigen Flüssigkeit aufnehmen kann, so scheint die Rolle der Galle im Verdauungsprozeß hauptsächlich diejenige zu seyn — die Aufsaugung des Fettes und seine Ueberführung in die Lymphgefäße zu vermitteln. Es existirt ein unerschütterliches Gesetz in der Lehre von der Durchdringlichkeit thierischer Membranen durch Flüssigkeiten, welches festsetzt, daß nur solche Flüssigkeiten durchdringen und sich durch die Membranen hindurch austauschen, welche unter sich und mit der Befeuchtungsflüssigkeit der Membran mischbar sind. Oel und Fett dringen nicht durch eine mit Wasser getränkte Membran und umgekehrt. Nun sind aber die Häute des Darmkanales, die Wände der einsaugenden Gefäße, der Speisebrei, kurz alle bei der Verdauung und Resorption in Betrachtung kommenden thierischen Theile mit wässerigen Flüssigkeiten getränkt. Die Aufnahme von Fett in den Chylus, der Durchgang von freien Fetten durch diese Membranen wäre demnach eine reine physikalische Unmöglichkeit, wenn nicht ein Mittel

gegeben wäre, welches das Fett auf irgend eine Art in Wasser löslich und dadurch auffaugungsfähig machte. Man weiß, daß die Seifen im Wasser lösliche Fettverbindungen sind; es wäre zu untersuchen, ob die Galle in der That die im Speisebrei enthaltenen Fette verseift oder in Wasser lösliche Verbindungen anderer Art mit ihnen erzeugt, und zugleich müßten mit den so erhaltenen Verbindungen endosmotische Versuche angestellt werden, um zu untersuchen, ob sie auch wirklich durch wassergetränkte Membranen aufgesogen werden. Vielleicht daß diese Verbindungen zwar aufgesogen, aber auf der andern Seite wieder zersetzt abgeschieden werden, was aus dem Umstande geschlossen werden könnte, daß der Milchsaft nicht nur aufgelöstes, sondern auch freies Fett in Form von Kügelchen enthält, welches ihm gerade sein emulsionsartiges Ansehen gibt und welches, wie schon angeführt, unmöglich als solches aus dem Darme in die Lymphgefäße übergehen konnte.

Neuere Untersuchungen, deren Ende wir noch erwarten, die aber ohne Zweifel Vieles zur Aufklärung der hier erwähnten Fragen beitragen werden, haben schon nachgewiesen, daß die Rolle der Galle in der Dünndarmverdauung eine durchaus wesentliche sey, und daß ohne ihre Mitwirkung der Prozeß der Ernährung so sehr beeinträchtigt werde, daß der Tod eine unausbleibliche Folge davon wird. Ja es geht aus diesen Versuchen hervor, daß es sogar nicht genüge, daß die Galle in den Darmkanal überhaupt komme, sondern daß sie gerade in den Zwölffingerdarm ergossen werden müsse, während sie, in den Magen gebracht, durchaus eben so ohne Wirkung bleibt, wie wenn sie ohne Weiteres nach außen ergossen würde. Die erwähnten Versuche wurden in folgender Art angestellt. Man unterband und durchschnitt bei lebenden Hunden den Gallengang, so daß keine Galle mehr in den Darm gelangen konnte, öffnete dann, um die Gallensekretion selbst nicht zu hindern, die Gallenblase und heilte diese Oeffnung in die Bauchwunde ein. Auf diese Weise war die Funktion der Leber nicht im Geringsten beeinträchtigt; die Galle wurde nach wie vor abgesondert, allein statt in den Darm, durch die

in der Gallenblase angebrachte Fistelöffnung nach außen ergossen. Mehrere Hunde überstanden die unmittelbaren Folgen der Operation; die Wunde heilte vollkommen, allein troß aller guten Nahrung magerten die Thiere nach und nach ab und starben endlich an allgemeiner Entkräftung; ganz so, wie wenn man sie durch Hunger hätte zu Grunde gehen lassen. Es ist bekannt, daß Hunde, die man mit bloßem Eiweiße oder Faserstoff füttert, ohne Zusatz fettiger oder stärkmehlhaltiger Substanzen, ebenfalls unter allen Erscheinungen des Hungertodes zu Grunde gehen; wir dürfen wohl annehmen, daß der Erfolg der nämliche seyn werde, wenn man zwar die Aufnahme solcher Substanzen in den Magen erlaubt, aber ihre Resorption, ihren Uebergang in das Blut und ihre Verwendung in der thierischen Oekonomie durch Ausschluß der Galle verhindert.

Wenn wir indeß auf diese Weise der Galle ihre wahrscheinliche Rolle im Verdauungsprozesse anzuweisen suchen und von der Zeit erwarten müssen, ob sie diese Ansichten durch Thatsachen beweist oder umstößt, so soll damit nicht gesagt seyn, daß die Aufnahme der in den Nahrungsmitteln enthaltenen fettigen Substanzen die einzige Quelle sey, woraus der Organismus seine fettigen Bestandtheile zöge. Ich berühre hier den heftigen Streit, welcher in der neuesten Zeit zwischen Frankreichs und Deutschlands chemischen Koryphäen herrschte und wo endlich, nach hartem Kampfe, das linke Rheinufer sich überwunden erklären mußte. Die Einen, auf die Thatsache fußend, daß die stickstoffhaltigen Substanzen, welche wir in unserer Nahrung einnehmen, nur dann wirklich ernährend und ersetzend sich zeigen, wenn sie in ihrer Zusammensetzung mit den im Körper vorhandenen Stickstoffverbindungen identisch sind; Thatsache, welche von beiden Partheien als gegründet anerkannt wurde — die Einen, sagte ich, dehnten diese Thatsache zu allgemeinem Gesetz aus und behaupteten, der thierische Organismus schaffe in der Verdauung nichts um, er bewirke keine neuen Verbindungen, sondern ziehe die ihm nothwendigen Stoffe aus den Nahrungsmitteln nur aus und gebe ihnen die passende Form. Das Pflanzenreich, behaupteten sie, sey das große Laboratorium der organischen Verbindungen im

Allgemeinen; in den Pflanzenzellen würden der Faserstoff, das Eiweiß, die Fette, kurz alle thierischen Bestandtheile bereitet und auf diese Weise den pflanzenfressenden Thieren fertig geboten, welche durch ihre Verdauung diese Stoffe nur auszögen und in ihrem Organismus verwendeten. Auch das Fett, welches in der Mast befindliche Thiere ansetzten, werde nicht von ihnen aus anderen Stoffen bereitet, sondern sey schon in den gebotenen Nahrungsmitteln als fettähnlicher Stoff (meist Pflanzenwachs) angehäuft. Zum Beweise dieser Ansicht lieferte man neue Analysen der Pflanzennahrung, des Wälschkorns, Heus u. a. m. und wies in der That eine größere Quantität fettiger Stoffe in diesen Materien nach, als man bisher angenommen hatte. Derjenige deutsche Chemiker indeß, welcher zuerst die Behauptung aufgestellt hatte, daß der Thierorganismus in der That aus Zucker, Stärkmehl und andern stickstofflosen Substanzen Fett bereiten könne, und sich dabei namentlich auf die Erfahrungen Hubers und Gundlachs über die Wachserzeugung der Bienen und auf das Mästen der Thiere im Allgemeinen berufen hatte, wies einfach nach, daß die Exkremente einer milchenden Kuh eben so viel Pflanzenwachs enthielten, als sie in der Nahrung bekam und dadurch war auch seine Behauptung bewiesen. Jetzt, wo die französischen Chemiker sich durch eigene Versuche überzeugt haben, daß die Bienen wirklich in ihrem Innern den Zucker in Wachs verwandeln; jetzt, wo ein unpartheiischer, im Elsaße wohnender Beobachter nachgewiesen hat, daß die Gänse in der That Fett aus dem Stärkemehl und Zucker des Wälschkorns bereiten; jetzt kann kein Zweifel mehr über die Thatsache seyn, daß der Organismus zum Theil sich seine Stoffe und namentlich das Fett aus andern ihm dargebotenen Verbindungen schafft.

Auf welche Weise indeß diese theilweise Umbildung der Nahrungsmittel bewerkstelligt werde, dies ist auf jeden Fall noch nicht dargethan: das Endresultat kennen wir, das Verfahren ist uns noch Geheimniß.

Einen Anknüpfungspunkt zur Entscheidung dieser Frage scheinen einige neuere Untersuchungen bieten zu wollen. Schweine,

mit fettlosen, aber stärkemehlhaltigen Substanzen gefüttert, wurden nicht satt; Enten, denen man fettlosen Reis als Nahrung gab, blieben mager wie zuvor. Fügte man aber eine kleine Quantität Fett zur Nahrung zu, so wurde nicht nur diese aufgenommen, sondern auch das Stärkemehl selbst in Fett umgewandelt und dieses in großer Menge in dem thierischen Körper abgesetzt. An diese Resultate, die durch eine große Reihe genauer Untersuchungen gewonnen wurden, knüpfen sich noch einige andere Thatsachen derselben Art. Bienen mit reinem Zucker genährt, bildeten kein Wachs; wurde ihnen aber Honig gereicht, in welchem sich eine höchst kleine Menge Wachs findet, so erzeugten sie Wachs in bedeutender Quantität. Die Gelatine, welche vor einiger Zeit als Ersatzmittel der Fleischbrühe angerühmt wurde, hat sich als durchaus unnütz erwiesen, indem sie die Proteinverbindungen nicht ersetzen konnte; — einigen älteren Versuchen zu Folge aber soll sie nährend wirken, wenn ihr eine kleine Menge Fleischbrühe beigesetzt wird. Es scheint, als ob die geringen Quantitäten von Fett, von Fleischbrühe, die man stärkemehlhaltigen, gelatinösen Substanzen in der Nahrung beimischt, wie eine Art Hefe wirkten, wodurch der Umsatz des fremdartigen Stoffes bedingt wurde, und es wird jetzt als eine der ersten Aufgaben der physiologischen Chemie zu betrachten seyn, zu erörtern, welchen Einfluß diese Beimischungen sehr kleiner Mengen gewisser Stoffe auf die Umwandlung der Nahrungsmittel im Großen haben.

Doch kehren wir von dieser Abschweifung zu den im Darme enthaltenen Nahrungsmitteln und ihrem Schicksale zurück. Im obern Theile des Dünndarms herrscht noch die saure Reaktion des durch Beimischung der Galle grünlich-gelb gewordenen Speisebreies vor; sie schwindet allmählig, während dieser im Darme weiter rückt, wahrscheinlich durch die Zersetzung der Galle und die dadurch bedingte Entwicklung von Ammoniak. Je näher der Speisebrei dem Dickdarme kommt, desto bräunlicher wird seine Farbe, desto mehr verschwinden die vorher noch in ihm befindlichen Fetttropfen. Im Dickdarme endlich beginnt die Kothbildung

und mit ihr die faulige Zersetzung des Speisebreies, welche schon früher eingetreten wäre, wenn nicht der Magensaft ihr entgegengewirkt hätte.

Aus der Analyse der Exkremente geht hervor, daß die unverdaulichen Stoffe der Nahrung, wie Horn und Holz, nebst den Resten der Galle und einer schleimartigen Substanz (Darmschleim) die Hauptmasse derselben bilden und daß nur außerordentlich wenige lösliche Stoffe sich noch darin finden. Stärkemehl, Zucker, Eiweiß, Faserstoff sind gänzlich aus dem Speisebreie verschwunden und auch von Fett findet sich nur eine geringe Quantität.

Betrachten wir den Verdauungsprozeß im Ganzen nach seinen Resultaten, so ist er eine chemische Operation des Organismus, welche die Aneignung der dem Körper tauglichen Substanzen, entweder durch einfache Aufsaugung oder selbst durch chemische Umbildung zum Zwecke hat. Die Betrachtung der Nahrungsmittel und ihrer Eigenschaften in physiologischer Hinsicht ist zu wichtig, als daß wir derselben nicht einen besonderen Brief widmen sollten.

Vierter Brief.

Die Nahrungsmittel.

Der Instinkt der Selbsterhaltung ist ohne Zweifel die mächtigste, bei der Thierwelt in Bewegung gesetzte Triebfeder. Bei dem Thiere herrscht er unumschränkt, und uns unerklärliche Ursachen bestimmen einer jeden Gattung die Nahrung, auf welche sie angewiesen ist. Durch eigenthümliche Gefühle wird dem Bewußtseyn der Mangel des Organismus und sein Begehren nach frischer Zufuhr von Nahrungsstoffen kund gethan. Hunger und Durst werden unter gewöhnlichen Verhältnissen nur dann empfunden, wenn das Bedürfniß fester oder flüssiger Speise gefühlt wird. So gewöhnlich auch diese Empfindungen wiederkehren, so schwer ist es, sich klare Auskunft über ihre Entstehung zu geben. Es fragt sich, ob die Empfindung dieser Bedürfnisse an einzelne Organe geknüpft sey, oder ob sie dem noch dunklen Felde des Allgemeinbewußtseyns angehöre?

Es ist eine Thatsache, daß Appetit oder Hunger augenblicklich durch Aufnahme fester Stoffe in den Magen gestillt werden kann, und daß bei leerem Magen das Bedürfniß frischer Zufuhr gefühlt wird. Daß die Entstehung des Hungers demnach auf einem bestimmten Zustande des Magens beruhe, und von diesem Organe aus durch die Magennerven dem Bewußtseyn klar werde, kann nicht geläugnet werden. Die Durchschneidung des Hauptstammes der Magennerven, nämlich des herumschweifenden Paares der Hirnnerven, zeugt ebenfalls für diese Ansicht. Nach dieser Operation empfinden die Thiere, die derselben unterworfen wurden, keinen Hunger; sie suchen keine Speise, man gewahrt an

ihnen nicht jene Zeichen der Unruhe und bei längerer Entbehrung das Suchen nach Nahrung, das Verzehren ungenießbarer Stoffe, wie es bei längerem Hungern gesunder Thiere beobachtet wird. Setzt man aber den Thieren bekannte Nahrungsstoffe vor, so verschlingen sie dieselben in ungeheuren Mengen, so daß sie aufschwellen und sogar bersten. Mit dem Gefühle des Hungers ist somit auch dasjenige der Sättigung verschwunden; das Thier wird sich der Anfüllung seines Magens nicht bewußt, weil der Nerve, welcher diese Gefühle dem Bewußtseyn klar machte, nicht mehr mit dem Organe desselben, dem Gehirne, in unmittelbarer Verbindung steht. Aehnliche Beobachtungen macht man auch häufig genug bei krankhaften Zuständen, in welchen der Magen betheiligt ist. Bald fehlt der Appetit gänzlich und nur die Ueberlegung kann den Kranken zum Essen bringen; in andern Fällen wieder herrscht ein wahrer Heißhunger und ungemeine Mengen Nahrung werden verschlungen, ohne denselben stillen zu können. Offenbar beruhen diese Veränderungen auf dem durch die Krankheit bedingten Mitleiden der Magennerven. Auf der andern Seite aber besitzen wir dennoch Thatsachen, welche darauf hinweisen, daß der Hunger nicht einfach auf dem Magen allein beruht, sondern daß auch das Gemeingefühl wesentlichen Antheil daran nimmt. Substanzen, welche nicht verdaut, nicht aufgenommen werden, vermögen zwar augenblicklich, aber nicht auf längere Zeit das Gefühl des Hungers zu stillen; Thiere bieten alle Zeichen des Hungers, wenn sie mit Substanzen gefüttert werden, die zwar den Magen füllen, aber durch ihre Zusammensetzung nicht geeignet sind, das Leben des Organismus zu erhalten. Offenbar beruht hier das Hungergefühl nicht blos auf dem Magen allein; es ist wahrscheinlich, daß auch die zahlreichen Nerven des Unterleibes, welche die Blut- und Milchgefäße umspinnen, daran Theil nehmen und daß diese die Vermittler des organischen Gemeingefühls sind. Eine abnorme Zusammensetzung des in den Gefäßen der Pfortader kreisenden Blutes, eine fehlerhafte Mischung des in den Lymphgefäßen aufsteigenden Chylus muß auf die organischen Nerven des Unterleibes, mit denen diese

Flüssigkeiten in Wechselwirkung treten, einen verschiedenen Einfluß ausüben und dieses regelwidrige Verhältniß ist es, welches ebenfalls von uns als Hunger empfunden wird. Hunger wird demnach, abgesehen von krankhaften Verhältnissen, durch zwei in sich sehr verschiedene Zustände hervorgebracht; — durch Leere des Magens und durch abnorme, von der gewöhnlichen Beschaffenheit abweichende Zusammensetzung der aufgenommenen Stoffe.

In ähnlicher Weise zersplittert sich auch das Gefühl des Durstes. Mund und Rachenhöhle spielen hier die Rolle des Magens; Durst wird jedesmal empfunden, sobald diese Theile trocken werden. Fieberkranke, Leute, die viel und stark athmen oder durch Gewürze und Schärfen die Empfindlichkeit der Nerven der Schleimhaut steigern, fühlen so lange Durst, bis Mund und Rachenhöhle in den gewöhnlichen Feuchtigkeitsgrad gebracht werden können. Sicherlich beruht auch die Thatsache, daß bei großer Hitze und Trockenheit der betreffenden Theile reines Wasser weniger den Durst löscht, als schleimige Getränke, auf dem einfachen Grunde, daß ersteres schnell verdunstet, während letztere die Feuchtigkeit länger zurückhalten. Allein wir wissen bei heftigeren Graden des Durstes ebenso gut das Gefühl der Trockenheit im Munde von dem allgemeinen Bedürfnisse nach Flüssigkeit zu unterscheiden, als wir auf der andern Seite Durst fühlen können, ohne daß unsere Mundhöhle gerade trocken ist. Wem ist es nicht schon bei anstrengenden Märschen im Sommer begegnet, daß er mit ausgedörrtem Gaumen und lechzender Zunge an einem Brunnen ankam, dort bis zu gänzlicher Sättigung und Anfüllung des Magens trank, und dennoch, beim Verlassen der Quelle, noch Durst empfand? Hunger und Durst sind demnach complere Gefühle, wodurch der Organismus sein Bedürfniß nach Aufnahme von Stoffen kundgibt; die unmittelbare Empfindung derselben ist an bestimmte Organe, den Magen und die Mundhöhle geknüpft, während das allgemeine Bedürfniß wahrscheinlich durch die Wechselwirkung zwischen dem Inhalte der auffaugenden Gefäße und ihrer Nerven bedingt wird.

Nicht jede Nahrung indessen ist für jedes Thier angemessen.

Die einen leben nur von vegetabilischer, die andern von animalischer Kost, während andere wieder aus beiden Naturreichen zugleich ihre Nahrung beziehen. Die Organisation eines jeden Thieres ist seiner Lebensweise gemäß eingerichtet; dem Fleischfresser hat der Schöpfer Reißzähne und Fangklauen, dem Pflanzenfresser Mahlzähne und Hufe gegeben, und wenn auch die Gesetze der thierischen Bildung nicht in so engen Gränzen sich beschränken, als man zu glauben geneigt seyn könnte, so ist doch im Allgemeinen die hohe Zweckmäßigkeit eines jeden Organtheiles so auffallend und der Bau jedes Theiles mit dem Zwecke des Ganzen so übereinstimmend, daß meist schon aus der Bezahnung oder der Beschaffenheit der Füße die Bestimmung des Thieres selbst erschlossen werden kann. Namentlich die Zähne sind es, welche hier die untrüglichsten Leiter abgeben, da sie zuerst in die nächste und unmittelbarste Beziehung zu den Nahrungsstoffen treten. Den Zähnen nach ist der Mensch auf Benutzung beider Naturreiche angewiesen und die Erfahrung hat schon längst bestätigt, daß eine zweckmäßige Mischung pflanzlicher und thierischer Kost den wesentlichsten Einfluß auf die Beförderung des leiblichen Wohles ausübe und wenn auch einzelne Individuen bei ausschließlicher Nahrung aus einem Reiche nur sich wohl befinden können, so sieht man doch, wenn solche Nahrungsverhältnisse ganze Völker betreffen, die wesentlichsten Nachtheile daraus entstehen.

Die Kluft, welche nach früheren Ansichten thierische und pflanzliche Nahrung trennte, ist indeß bei weitem so groß nicht, als man sich gewöhnlich vorstellt. In rein chemischer Beziehung lassen sich nur quantitative Unterschiede finden. So lange man freilich glaubte, der Stickstoff sey dem Pflanzenreiche fast durchaus fremd und für die thierischen Substanzen charakteristisch, so lange konnte man von einer totalen Verschiedenheit überzeugt seyn; jetzt wo man nachgewiesen hat, daß alle Pflanzen Stickstoff enthalten und zwar jene eigenthümlichen stickstoffhaltigen Körper, die wir in einem früheren Briefe unter dem Namen der Proteinverbindungen bezeichneten; jetzt steht nur noch der empirische Satz fest, daß thierische Kost stickstoffreicher ist als pflanzliche.

Wir essen kein Fleisch, welches nicht Fett, mithin eine stickstofflose Substanz enthielte; wir verzehren kein pflanzliches Produkt, ohne eine geringe Menge Faserstoff und Eiweiß aufzunehmen. Der Unterschied zwischen pflanzlicher und thierischer Nahrung besteht demnach hauptsächlich darin, daß in letzterer die Proteinverbindungen, in ersterer die kohlenstoffhaltigen, stickstofflosen Substanzen überwiegen.

Bekanntlich hat jener Chemiker, welcher der physiologischen Chemie ihre neuere Richtung gegeben hat, zwei Gruppen von Nahrungsmitteln unterschieden, welche er die plastischen und die Respirationsmittel nennt. Zu den ersteren rechnet er alle Stoffe, welche aus Faserstoff, Eiweiß oder Käsestoff zusammengesetzt sind; die meiste thierische Nahrung, wie bemerkt, gehört dieser Klasse an. So weit die jetzigen Erfahrungen reichen, so können nur diese Stoffe wirklich die Stickstoffverbindungen unseres Körpers ersetzen; nur aus ihnen kann Muskelfleisch, Blut u. s. w. hervorgehen, sie sind also unmittelbar ernährende Stoffe. Es ist durch Versuche erwiesen, daß sie nie in der Nahrung ganz fehlen dürfen und wie es scheint, können sie auch durch andere stickstoffhaltige Substanzen, welche eine abweichende Zusammensetzung haben, nicht ersetzt werden. Daß sie nöthig seyen, geht leicht aus dem Wesen des lebenden Organismus hervor. Hier ist nichts stabil; es ist keine Ernährung denkbar ohne Zerstörung auf der einen Seite und Bauen auf der andern; das gebildete Muskelfleisch, die vorhandene Faser sind nicht zu ewiger Dauer bestimmt, sondern werden stets wieder zerstört und neu gebildet. Diesen ewigen Umschwung, diesen steten Wechsel der Materie hat schon das Volk sehr wohl begriffen, wenn es einfach behauptet, der Mensch erneuere sich alle sieben Jahre gänzlich; — die Physiologen sind freilich noch nicht so weit gekommen, den Zeitpunkt bestimmen zu können. Der Verlust, den die Ernährung durch die Zersetzung der schon vorhandenen Gebilde bedingt, muß also ersetzt werden und zu diesem Endzwecke dienen uns jene merkwürdigen Stickstoffverbindungen, die wir unter dem Namen des Faserstoffes, des Eiweißes, des Käsestoffes kennen.

In anderer Beziehung zu dem Organismus stehen die sogenannten Respirationsmittel, welche keinen Stickstoff enthalten. Wir kennen im thierischen Organismus von stickstofflosen Substanzen eigentlich nur die Fettarten. Man hat sich gewöhnt, dieselben als etwas Wandelbares zu betrachten, und, verleitet durch die bei den verschiedenen Individuen so äußerst verschiedene Fettanhäufung im Zellgewebe, zwischen den Muskeln und Eingeweiden, hat man das Fett nur als einen accidentiellen Stoff betrachten wollen. Zum Theil hat dies seine Richtigkeit; — aber auch nur zum Theil, denn Fett gehört ebenso nothwendig zur Zusammensetzung fast aller Formelemente die wir im Körper finden, als Faserstoff und Eiweiß. Das Gehirn und die Nervensubstanz, das Drüsengewebe, selbst das Muskelfleisch und die Haut; — alle Gewebe fast ohne Ausnahme enthalten eine gewisse mehr oder minder große Menge Fett als nothwendigen Bestandtheil. Daß dieses nothwendige Fett denselben Gesetzen der Ernährung unterliegen müsse, wie die stickstoffhaltigen Bestandtheile, kann keinem Zweifel unterliegen; daß demnach die Speisen ebenfalls Fett oder in Fett wandelbare Stoffe liefern müssen, ist ein nothwendiges Bedürfniß der Existenz des Organismus. Allein dieser nimmt mehr als er unumgänglich nöthig hat, von diesen Stoffen auf, er übersättigt sich damit, er setzt sie in den Zwischenräumen des Zellgewebes ab, um sie zu allenfallsigem Gebrauche bereit zu haben.

Man hat die stickstofflosen Nahrungsmittel deßhalb Respirationsmittel genannt, weil sie unmittelbar durch Verbrennung die Produkte der Respiration, Kohlensäure und Wasser liefern können, und weil sie, bei vollständiger Verbrennung, nichts anderes liefern, als diese beiden Produkte. Daß aber eine solche direkte Verbrennung der Respirationsmittel im Körper durchaus nicht Statt finden kann, ist leicht erweislich, und daß sie bei einigen derselben wirklich nicht Statt findet, ist eine experimentelle Thatsache. Die Blut- und Lymphgefäße, welche die im Darmkanal aufgesaugten Stoffe in die Cirkulation überführen, enthalten keine andern stickstofflosen Verbindungen, als

eben Fett; von den festen Respirationsmitteln, wie Stärkmehl ꝛc. enthalten sie keine Spur; sie können dieselben deßhalb auch nicht direkt dem Sauerstoffe in den Lungen entgegenführen. Ebenso wenig aber kann das vom Darmkanale herkommende Fett unmittelbar in den Lungen, wohin es vom Darme her geführt wird, zersetzt und verbrannt werden; denn wenn wir dies annehmen, so müßten wir auch den Heerd der Kohlensäureerzeugung und somit der thierischen Wärme in die Lungen setzen, was, wie wir bei der Behandlung der Athmung und der Frage über den Ursprung der thierischen Wärme sehen werden, durchaus unzulässig ist. Der Umsatz, die Verbrennung des Fettes kann nur in den peripherischen Capillargefäßen des Körpers vor sich gehen und diese Verbrennung kann, wenn man den eben aufgestellten Begriff der Ernährung festhält, nur das schon im Zellgewebe abgesetzte Fett betreffen, nicht das frisch zugeführte.

Sind diese Schlüsse richtig, so geht daraus unwiderleglich hervor, daß die stickstofflosen Bestandtheile der Nahrungsmittel nur dann als Respirationsmittel betrachtet werden können, wenn es möglich ist, ihre Umwandlung in Fett nachzuweisen. Was nicht Fett werden kann, findet keine Anwendung im Organismus und wird deßhalb entweder gar nicht aufgenommen oder, wenn die Substanz physikalischen Gesetzen zu Folge von den Gefäßen aufgesaugt wird, so schaffen die Sekretionsorgane sie auch unverändert wieder aus dem Organismus hinaus. Wir haben ein Beispiel dieser Art am Weingeist. Er enthält keinen Stickstoff; er ist ungemein leicht oxydabel und verwandelt sich äußerst leicht, wenn er nicht gänzlich verbrennt, durch Aufnahme von Sauerstoff in Essigsäure. Trotz dieser großen Verwandtschaft zum Sauerstoffe aber scheint er im Körper nicht unmittelbar zu verbrennen, sondern sich in Fett zu verwandeln. Man hat namentlich im Norden Deutschlands, wo der Branntwein leider das tägliche Getränk des armen Volkes ist, öfter Gelegenheit, junge Säufer zu beobachten, die täglich unglaubliche Mengen Schnaps zu sich nehmen und die fast nur von dieser Flüssigkeit leben. Solche Menschen sind oft ungeheuer fett; man hat Fälle beobachtet,

wo die excessive Fettentwicklung die Menschen tödtete, ohne daß man nach dem Tode andere krankhafte Veränderungen wahrnehmen konnte. In solchen Fällen nehmen die betreffenden Subjekte fast gar keine andere feste Nahrung zu sich; man kann deßhalb die abnorme Fettentwicklung nur der Umwandlung des genossenen Alkohol zuschreiben. Der überflüssige Alkohol, der nicht assimilirt werden kann, wird als flüchtige Substanz unverändert durch die Lungen ausgeschieden; der Athem einer Person, die alkoholische Getränke genossen hat, riecht noch lange danach. Bei mäßigem Genuß verschwindet der Alkohol völlig im Körper, wie die Versuche eines deutschen Chemikers lehren; allein damit ist noch nicht bewiesen, daß derselbe unmittelbar verbrennt. Würde man freilich nachweisen können, daß nach dem Genusse von Alkohol die Menge der ausgeathmeten Kohlensäure sich vermehrt und daß diese Vermehrung so lange anhält, bis der als Alkohol aufgenommene Kohlenstoff verbraucht ist, so wäre dieser Beweis geliefert. Die bis jetzt durch die Analyse der ausgeathmeten Luft gelieferten Thatsachen widersprechen aber dieser Annahme durchaus. Ein deutscher Arzt hat durch einige Versuche nachgewiesen, daß die Erzeugung von Kohlensäure beim Athmen nach dem Genusse geistiger Getränke nicht nur nicht zunimmt, sondern sogar um ein Beträchtliches abnimmt; und somit wäre, bis auf Weiteres, diese Prinzipienfrage zu Gunsten der oben vorgetragenen Annahmen entschieden, wonach der Alkohol nicht unmittelbar verbrennt.

Jedenfalls bleibt es merkwürdig, daß der Organismus die Fähigkeit nicht hat, seine Stickstoffverbindungen aus andern Stoffen zu bereiten, sondern daß ihm diese fertig geboten werden müssen; während er die stickstofflosen Substanzen durch Umsatz ihrer Elemente seinen Zwecken aneignen kann. Wir können statt Fett Stärkmehl oder Zucker geben; das Resultat bleibt für den Organismus das nämliche; er bereitet sich Fett daraus; wir können den Proteinverbindungen keine andere stickstoffige Substanz, z. B. Leim oder Gelatine substituiren, der Organismus geht darüber zu Grunde, indem seine stickstoffhaltigen

Gewebe den Verlust, welcher ihnen durch die fortwährende Ernährung wird, nicht decken können.

Aus der Unzerlegbarkeit der chemischen Elemente geht ganz einfach für den Organismus die Nothwendigkeit hervor, sich alle Substanzen, welche er durch seine Ausleerungen und Absonderungen verliert, in den Nahrungsmitteln zu verschaffen und aus diesem Grunde sehen wir auch in Hinsicht der anorganischen Bestandtheile unseres Körpers die weisesten Vorrichtungen verwirklicht. Unsere Knochen enthalten eine große Menge erdiger Bestandtheile, namentlich phosphorsauren Kalk; unser Blut Eisen und eine Menge alkalischer Salze; alle unsere Sekretionen, Harn, Galle ꝛc. enthalten eine bestimmte Quantität feuerbeständiger Salze, welche man meist durch Verbrennung als Asche bestimmt. Alle diese Salze kann der Organismus nicht erschaffen, sie müssen ihm in der Nahrung geboten werden. Der Gebrauch des Kochsalzes ist keine Zufälligkeit, sondern tief in den Ernährungsgesetzen unseres Körpers begründet; bei der Gegenwart von Kochsalz im Magensafte geht die Verdauung weit schneller und vollständiger vor sich; ohne Salzsäure ist sie nur äußerst unvollständig. Es ist jedem Landwirthe bekannt, daß Hühner nur schlecht und wenig Eier legen, wenn man sie verhindert, den Kalk an den Mauern zu picken; sie bedürfen dieses Kalkes zur Construktion der Eischalen. Ein Kind, welches sein Skelett baut, bedarf einer bedeutenderen Menge phosphorsaurer Kalkerde, als ein Erwachsener, und die Thatsache, daß scrophulöse und rhachitische Kinder gerne Erde und Kalk essen, findet ganz einfach in dem Umstande seine Erklärung, daß die Absonderungen dieser Kinder eine bedeutende Menge von Kalksalzen enthalten und sie demnach das Bedürfniß fühlen, diesem Abgange entgegen zu arbeiten.

Soll demnach die Kost wirklich nährend für den Organismus seyn, so müssen sich darin, vom chemischen Standpunkte aus, drei Bedingungen verwirklichen: die gebotenen Substanzen müssen Proteinverbindungen zur Ernährung der stickstoffhaltigen, Fett oder in Fett wandelbare Stoffe zum Ersatz der stickstofflosen

Körperbestandtheile und eine angemessene Quantität der im Körper vorkommenden anorganischen Salze enthalten. Länger fortgesetzte Entbehrung einer jeden Bedingung tödtet unausbleiblich den Organismus, der sich selbst zerstört, um seinen Ausgaben zu genügen. Indeß erfolgt der Tod bei ausschließlicher Ernährung mit einer oder der andern Klasse von nothwendigen Stoffen nicht in derselben Zeit. Eine Ernährung, in welcher die Proteinkörper fehlen, ist fast mit völligem Hungern gleichzusetzen; Hunde, welche man mit reinem Zucker, Stärke oder Gummi fütterte, starben fast zu derselben Zeit, wie andere, welche nur reines Wasser erhielten und auf diese Weise den Hungertod starben. Fütterung mit reinen Proteinverbindungen, Faserstoff oder Eiweiß, erhielt das Leben zwar länger, allein auch nicht auf die Dauer und es ist leicht einzusehen, daß diese längere Erhaltung nur auf dem Umstande beruht, daß jeder thierische Organismus eine gewisse Menge überflüssigen Fettes, gleichsam als Reserve, bewahrt, wovon er im geeigneten Falle Gebrauch machen kann. Versuche über Fütterung mit Substanzen, welche keine unorganischen Salze lieferten, hat man bis jetzt nur an Vögeln angestellt; die Thiere starben erst nach verhältnißmäßig langer Zeit und bei der Sektion fanden sich ihre Knochen erweicht, verdünnt, durchlöchert, ihrer erdigen Bestandtheile beraubt.

Indeß muß man sich hüten, den Fütterungsversuchen mit einfachen Substanzen eine allzugroße Wichtigkeit beizulegen. Es tritt hier noch ein anderes Verhältniß in das Mittel, dessen Erklärung bis jetzt noch in weitem Felde liegt. Ich meine das Gesetz des Wechsels der Nahrungsmittel. Der Ekel, welchen die stete Wiederkehr desselben Gerichtes erregt, ist kein Resultat der Verwöhnung unseres Gaumens, sondern ein Sträuben des Organismus gegen die ihm schädlich werdende Nahrung, und es scheint dieser Widerwillen, dies Bedürfniß nach Wechsel nicht allein aus chemischen Prinzipien erklärlich, da manche Substanzen, welche in dieser Hinsicht alle Bedingungen vereinigen, dennoch nicht bei alleinigem Fortgebrauche das Leben zu fristen vermögen.

Die chemische Zusammensetzung der Nahrungsmittel, ihr Gehalt an Proteinverbindungen, Fett und anorganischen Salzen reicht aber noch nicht hin, die Stoffe zum Genusse tauglich zu machen; ein wesentliches Erforderniß ist noch, daß die Form, in welcher sie geboten werden, auch den Verdauungskräften angemessen sey. Auf Erzielung dieser leichteren Auflöslichkeit der Nahrungsstoffe sind jene vorgängigen chemischen Operationen gerichtet, welche wir unter dem Namen der Kochkunst begreifen. Theils durch die Zerkleinerung und zweckmäßige Mischung, theils durch Einwirkung der Wärme bringen wir unsere Speisen in einen Zustand, wo die Verdauungskräfte in weitester Ausdehnung auf sie wirken können, und je nachdem schon die organische Substanz an und für sich leichter oder schwerer durch die Verdauungsflüssigkeiten auflösbar ist, unterscheiden wir leicht oder schwer verdauliche Speisen. Es unterliegt keinem Zweifel, daß auch diese Verhältnisse nach genauen chemischen Analysen der in Betracht kommenden Agentien klar gemacht werden können; allein einerseits stehen unsere Kenntnisse der Zusammensetzung der Nahrungsmittel noch nicht auf der nöthigen Stufe der Vollendung, während anderseits die Verdauungsflüssigkeit individuelle Abweichungen zeigen kann und zeigt, deren Grenzen wir noch nicht kennen. Ja selbst bei durchaus ähnlichen Stoffen treten Verhältnisse ein, die durch die heutige Chemie noch nicht enträthselt werden können. Ochsenfleisch und Kalbfleisch zeigen keine verschiedene chemische Zusammensetzung, und dennoch ist das eine weit leichter verdaulich als das andere. Es scheint, als walten hier dieselben Erscheinungen mit, welche sich in der unorganischen Natur bei dem Isomerismus zeigen, der bekanntlich darin besteht, daß ganz gleich zusammengesetzte Körper verschiedene chemische Eigenschaften zeigen können. Frisch gefällte Thonerde löst sich mit größter Leichtigkeit in Säure auf, getrocknet und geglüht wird sie fast durchaus unlöslich und dennoch ist es derselbe Körper. So mag es auch bei vielen Nahrungsmitteln seyn; sie enthalten dieselben chemisch gleich zusammengesetzten Körper, aber in mehr oder minder löslichen

Modifikationen und sind deßhalb leichter oder schwerer verdaulich.

Die Kenntniß der Nahrungsmittel von diesem Gesichtspunkte aus ist aber von der höchsten praktischen Wichtigkeit und von alten Zeiten her hat man schon auf verschiedenen Wegen zu solcher Kenntniß zu kommen gesucht. Der Erbsenbrei und das Pöckelfleisch, die einen Matrosen vortrefflich nähren, würden einen am Nervenfieber oder an Schwäche des Magens leidenden Kranken ohne Weiteres tödten. Ein Jeder zwar kennt mehr oder weniger aus Erfahrung, was ihm zusagt und was nicht; aus der Vergleichung dieser Erfahrungen sind allgemeine Regeln der Diät hervorgegangen, welche überall so ziemlich dieselben sind. Versuche von wirklich wissenschaftlichem Werthe über diese Frage sind aber erst in neuester Zeit gemacht worden und vielleicht, daß sich auf die eine oder andere Weise Gelegenheit bietet, sie zu vervollständigen.

Ein canadischer Arzt hatte zu seiner Disposition einen Jäger, dem in Folge einer bedeutenden Schußwunde eine Oeffnung im Magen zurückgeblieben war, durch welche man sich über alle Vorgänge in diesem Organe leicht Auskunft verschaffen konnte. Sobald der Mann eine Mahlzeit zu sich genommen hatte, so wurden die Fortschritte der Verdauung beobachtet und der Zeitpunkt bestimmt, wo die Umwandlung der Nahrung in vollkommenen Speisebrei vollendet war. Die Resultate dieser Untersuchungen können nicht allgemein bindend seyn, da der individuellen Abweichungen zu viele sind; allein ich halte ihre Aufführung um so zweckmäßiger, als sie eben einen Maßstab zur Vergleichung der Thatsachen mit den herschenden Ansichten geben. Zur vollständigen Umwandlung in Speisebrei bedurften: Gekochte Schweinsfüße, gebratener Ochsenmagen, gekochter Reis 1 Stunde; weiche süße Aepfel, geschlagene Eier, gekochte Lachsforelle, Gerstensuppe, gebratene Lachsforelle, geröstetet Hirsch 1 St. 30 M.; gekochter Sago, gekochtes Gehirn 1 St. 45 M.; mit Essig angemachter Kohl, weiche saure Aepfel, gekochter Tapioka, gekochte Milch, rohe Eier, trockener gesottener Stockfisch, gebratene

Ochsenleber, kalte Milch mit Brod, gekochte Gerste 2 Stunden; frische Milch 2 St. 15 M.; gekochte Gallerte, Zuckerbrod, gekochter Pastinak, roher Kohl, Truthahn, geröstet und gesotten, Haché mit Kartoffeln, geröstete Kartoffeln, wilde Gans, geröstet, Spanferkel, gesottene Bohnen 2 St. 30 M.; gekochtes Rückenmark 2 St. 40 M.; Eier und Milchpudding 2 St. 45 M.; rohe harte saure Aepfel 2 St. 50 M.; rohe Austern 2 St. 55 M.; weich gesottene Eier, geschmortes Hammelfleisch, frisches mageres Ochsenfleisch geröstet, Beafsteak, roher Schinken, gebratener Barsch, gesottene Bohnen, Kuchen, gebratenes Rindfleisch 3 St.; gekochte gelbe Rüben, geröstetes Hammelfleisch 3 St. 15 M.; gebratene Butter, zerlassene Butter, Hammelfleischsuppe, frisches Weizenbrod, Austernsuppe, gekochte weiße Rüben, Bratwurst, fettes Rindfleisch, gekocht, alter Käse, hart gesottene Eier, gedämpfte Austern, gekochte Kartoffeln 3 St. 30 M.; gesottenes Ochsenfleisch mit Salz 3 St. 35 M.; Butterbrod mit Kaffee, türkisch Korn gekocht, gekochte Bohnen, gebratenes Hammelfleisch 3 St. 45 M.; geröstetes Schweinefleisch 3 St. 50 M.; gebratenes Rindfleisch, gekochtes Geflügel, gekochter gesalzener Lachs, gebratenes Herz, gekochte Hühner, gebratenes Kalbfleisch, Rindfleischsuppe, trockenes Brod und Kaffee, gebratene Ente 4 St.; gekochte Knorpel 4 St. 15 M.; frisch gesalzenes Schweinfleisch, gekocht, Hammeltalg, gekochter Kohl, gebratene Wildente 4 St. 30 M.; gekochte Sehnen und Ochsentalg 5 St. 30 M.

Ein anderer Beobachter benützte die Fähigkeit die er besaß, durch Lufteinschlucken sich willkürlich zu erbrechen, um Untersuchungen über seine Verdauung anzustellen. Er nahm bestimmte Mahlzeiten ein und erbrach sie nach einer gewissen Zeit wieder um den Grad ihrer Chymificirung zu untersuchen. Hierbei ergaben sich als leicht verdauliche Substanzen, d. h. als solche, welche im Magen binnen 1—1½ Stunden in einen Brei verwandelt werden: Spinat, Selleri (mit Ausnahme der Strünke), Spargel, Hopfen, Berghopfenkeime, Artischocken, aus verschiedenen Obstsorten bereitetes Muß, Brei von Getreidekörnern,

Roggen, Gerste, Mais, Reis, Erbsen, Bohnen, Kastanien, einen Tag altes Brod und alle Art von Gebäck, das keine Butter enthielt, Rüben, Kartoffeln, arabischer Gummi, Kalbfleisch, Huhn, junges Schöpsenfleisch, junges Geflügel, frisch gelegte und weich gesottene Eier, Kuhmilch und in Wasser gekochte, mit Salz und Petersilie versehene Barsche. Zu den minder verdaulichen Substanzen, d. h. zu denen, welche nach 1—1½ Stunden unvollständig chymificirt waren, gehörten die rohen Kräuter des Salates, der Huflattig, der Löwenzahn, die Brunnenkresse, die Cichorie, der Weißkohl, der Mangold, die gekochten und die rohen Zwiebeln, Meerrettig, rothe und gelbe Rüben, das Fleisch von nicht saftigem Kernobste, neu gebackenes Brod, frische und trockene Feigen, Pasteten, Schweinfleisch und alle daraus bereiteten Speisen, gekochtes Blut, hartgesottene Eier und Eierkuchen. Als Nahrungsmittel endlich, welche innerhalb der gewöhnlichen Zeit von 4 Stunden nicht verdaut wurden, zeigten sich Champignons, Morcheln, Trüffeln, welsche Nüsse, Haselnüsse, Mandeln, Pinien, Pistazien, Rosinenkerne, Kerne von Birnen, von Aepfeln, von Pomeranzen, von Johannisbeeren, von Citronen, von Oliven, Cacaobohnen, ausgepreßte fette Oele von Nüssen, Mandeln, Haselnüssen und Oliven, trockene Rosinen, die Hülsen der Erbsen, der Bohnen, der Linsen, des Roggens, der Gerste, die Schoten von Erbsen und Bohnen, die Haut der Kirschen, der Aprikosen, der Pflaumen, der Pfirsichen, der Prunellen, die Schale des Kernobstes, der Beeren, der Aepfel, der Birnen, der Johannisbeeren, der Stachelbeeren, der Pomeranzen, der Citronen, Orangeat, Citronat, die Samenbehälter der Birnen und der Aepfel, die Kerne der Pflaumen und der Kirschen, die sehnichten und häutigen Theile des Rindes, des Kalbes, des Schweines, des Geflügels, des Rochens, die Knochen, die fettigen und öligen Substanzen dieser Thiere und das Eiweiß von hart gekochten Eiern durch einen Zusatz von Oel oder Fett wurden auch in diesem Falle alle Nahrungsmittel schwerer verdaulich. Gebratener oder mit Oel, Wein oder weißer Brühe zubereiteter Barsch ging schwerer als in Wasser gesottener

in Chymus über. Ein Zusatz von Sauerampfer zu dem Spinate verminderte die Verdaulichkeit des letzteren. Die Digestion der Breiarten von Aepfeln, Birnen, Pflaumen u. dgl. wurde durch einen Beisatz von Zucker und Zimmet begünstigt. Schwarzbrod verdaute sich schlechter als weißes, frisches schwerer als einen Tag altes; gesalzenes Gerstenbrod leichter als ungesalzenes, Buchwaizenbrod schwieriger als Brod von reinerem Mehl. Die Brodrinde soll eben so verdaulich als das Weiche seyn. Alle jüngeren Thiere wurden wiederum leichter als ältere verdaut. Als Substanzen, welche die Digestion verzögern, fand Gosse viel lauwarmes Wasser, Säuren, Adstringentien wie China, alle fette Speisen, Abkochung von Solanum dulcamara, mineralischen Kermes und Sublimat. Als Beförderungsmittel der Digestion ergaben sich Kochsalz, Pfeffer, Zimmt, Muskaten, Nelken, Senf, Meerrettig, Rettig, Kapern, Wein, geringe Menge Liqueurs, alter Käse, Zucker und verschiedene bittere Dinge.

Man sieht, der Genfer Arzt und der canadische Jäger verdauten nicht in gleicher Weise und es bedürfte einer großen Menge vergleichender Versuche mit verschiedenen Individuen, um die allgemeinen zur Basis dienenden Regeln aufstellen zu können. Bis dahin wird die Diätetik stets mehr oder minder dem reinen Empirismus verfallen bleiben und der Arzt seinen Reconvalescenten diejenige Speise als die verdaulichste rathen, welche er selbst am leichtesten verdaut. Die Natur hat uns übrigens in Betreff der Zusammensetzung eines Nahrungsmittels das beste Beispiel in der Milch aufgestellt, welche bekanntlich eine zuckerhaltige Flüssigkeit darstellt, in welcher ein äußerst leicht löslicher Proteinkörper, der Käsestoff, aufgelöst ist, während ein leicht schmelzbares Fett, die Butter, in kleinen Tröpfchen und Kügelchen darin vertheilt ist. Außerdem ist die Milch ziemlich reich an unorganischen Bestandtheilen, namentlich an phosphorsaurem Kalk, dessen der Säugling zur Aufbauung seines Skelettes so sehr benöthigt ist. Wir sehen mithin in der Milch eben so gut den Urtypus aller Nahrungsmittel, als wir im Blute den aufgelösten Organismus erblickten; als formlose Flüssigkeiten

vereinen diese beiden Stoffe alle Substanzen in sich, welche durch die Erhaltung einer bestimmten Form integrirende Körperbestandtheile werden und durch Mischung zuckriger oder stärkmehlhaltiger Pflanzenstoffe mit Fetten und thierischen Theilen suchen wir dem Ideale eines Nahrungsmittels, der Milch, so nahe als möglich zu kommen.

Fünfter Brief.

Die Athmung.

Der Brustkasten eines Skelettes stellt einen von vorn nach hinten zusammengedrückten hohlen Kegel vor, dessen Spitze nach dem Halse, dessen Grundfläche nach dem Bauche zugewandt ist, und dessen Wände von zwölf Paaren platter gebogener Knochenstäbe, den Rippen, gebildet werden. Zwei feste Linien bieten die Stützpunkte für diese beweglichen Knochen; auf der Rückenseite die Wirbelsäule, an deren Körpern die Rippen eingelenkt sind, vorn das Brustbein, ein platter langer Knochen, woran sich die Rippen theils durch Gelenke, theils durch elastische Knorpelstücke befestigen. Ein leichter Druck auf das Brustbein angebracht, preßt dieses gegen den Rückgrat zu; die Rippen selbst lassen sich leicht in die Höhe ziehen und niederdrücken. Schon diese Anordnung des starren Gerüstes der Brust gestattet demnach eine Erweiterung und Verengung der Brusthöhle. Die breite, dem Bauche zugewandte Fläche des Kegels ist aber durch eine muskulöse Querscheidewand, das Zwerchfell, von der Bauchhöhle getrennt. Diese Querscheidewand ist nicht platt ausgespannt, sondern sie bildet eine gewölbte Fläche, deren convexe Seite der Brust, die concave dem Bauche zugewandt ist. Die Zusammenziehung des Zwerchfells muß, da es rings umher mit starken Muskelfasern an den Rippen und der Wirbelsäule befestigt ist, eine Abplattung seiner Wölbung zur Folge haben, mithin den Raum der Brusthöhle vergrößern, denjenigen der Bauchhöhle verkleinern. Sowohl zwischen den einzelnen Rippen, als auch auf ihrer äußeren Fläche sind viele Muskeln angebracht, welche

alle mehr oder minder die Rippen nach oben und außen ziehen, mithin ebenfalls den innern Raum vergrößern können, indem die horizontalen Dimensionen durch solche Bewegung der Rippen zunehmen, die Abnahme in der Länge dagegen, welche durch dies Aufziehen der Rippen erfolgt, hinlänglich durch das Hinabsteigen des Zwerchfelles ausgeglichen wird.

In diesem festen Korbe nun sind die Lungen, das Hauptorgan der Athmung, mit dem Herzen aufgehangen. Die Innenseite des Rippenkorbes ist mit einer festen undurchdringlichen Haut, dem Rippenfelle ausgekleidet, so daß der Rippenkorb einen hermetischen Verschluß darbietet. Die Lungen selbst aber sind, im Großen betrachtet, elastische Säcke, welche durch eine steife Röhre, die Luftröhre, mit der atmosphärischen Luft in Verbindung stehen. Sie können sich nicht selbstständig ausdehnen oder zusammenziehen; aber durch ihre Elasticität und ihre stete Füllung mit Luft füllen sie den Rippenkorb stets vollständig aus; erweitert sich dieser, so dehnen sich die Lungen mit aus und die äußere Luft strömt durch die Luftröhre in die Lungensäcke ein — wir athmen ein; zieht sich der Brustkorb zusammen, so werden die Lungensäcke zuzusammengedrückt und ein Theil der Luft aus ihnen durch die Luftröhre ausgepreßt — wir athmen aus.

Nicht also durch selbstständige Zusammenziehung und Ausdehnung der Lungen, sondern vielmehr durch das wechselnde Spiel der an dem Brustkorbe befestigten Muskeln werden die Athembewegungen hervorgebracht und die Bedingung ihrer Fortdauer ruht einzig und allein in dem vollkommenen luftdichten Verschlusse des Brustkastens und in dem dadurch entstehenden luftleeren Raume zwischen Brustkorb und Lunge. Dieser Verschluß ist durch das Brustfell bedingt, welches jederseits einen vollkommen geschlossenen Sack darstellt, in dem die Lunge steckt, etwa wie der Kopf in einer baumwollenen Nachtmütze, um mich eines trivialen, aber durchaus wahren Vergleiches zu bedienen. Die eingestülpte Hälfte des Sackes umgibt die Lunge, ist mit ihr verwachsen; die äußere Hälfte ist an der Brustwand angewachsen; sobald diese sich ausdehnt und von der Lunge entfernen will, so entsteht in dem

Brustfellsacke ein luftleerer Raum, und die äußere Luft stürzt in die Lungen, um diesen Raum zu erfüllen, etwa wie bei Oeffnung eines Blasebalges die Luft durch die Klappe nachstürzt.

Bei ruhigem Athmen in aufrechter oder sitzender Stellung sind es hauptsächlich die abwechselnden Zusammenziehungen des Zwerchfelles, welche das Ein- und Ausströmen der Luft in die Lungen bedingen. Kaum daß der Rippenkorb sich etwas weniges erweitert; in horizontaler Lage dagegen, so wie bei heftigern Athembewegungen tritt seine Theilnahme deutlicher hervor. Die Wirkung der einzelnen Muskeln hier zu analysiren, würde zu weit von unserm Ziele abführen; es genügt darauf aufmerksam zu machen, daß sie alle zwar vom Willen abhängig sind, aber dennoch nur bis auf einen gewissen Grad, und daß wir ihre Wirkung zwar willkürlich beschleunigen oder verzögern, uns aber dennoch derselben nicht gänzlich enthalten können. Die Athembewegungen gehören, nebst vielen anderen Muskelaktionen, zu jener Klasse von Bewegungen, welche einem tieferen Gesetze gehorchen, als der bloßen Willkür; ihre Ursachen und Gründe werden wir in einem späteren Briefe besprechen.

In gewöhnlichem normalen Zustande athmen wir durchaus bewußtlos; wachend und schlafend fahren die Athemmuskeln in ihrem regelmäßigen Spiel fort und eine bestimmte Anzahl von Inspirationen wird in diesem normalen Zustande beobachtet. Die größere oder geringere Zahl der Athemzüge hängt eines Theils von dem Alter, anderntheils aber auch von der Körpermasse des Individuums ab, sie steht in bestimmter Beziehung zu dem Herzschlage, der ganz in demselben Verhältnisse zur Körpermasse sich befindet. Im Mittel thut ein neugebornes Kind 45—50 Athemzüge in der Minute, ein fünfjähriges 26; die Zahl nimmt allmählig ab bis in das kräftige Mannesalter von 30—40 Jahren, wo sie zwischen 16 und 18 Athemzügen in der Minute schwankt, um dann im höheren Alter wieder um ein Geringes zuzunehmen. Im Kindesalter gehen 3 bis $3\frac{1}{2}$, im Mannesalter 4 bis $4\frac{1}{2}$ Herzschläge auf einen normalen Athemzug.

Es war ein Ergebniß der einfachsten Erfahrung, daß das

Athmen des Menschen und der Thiere die umgebende Luft verändere und allmählig untauglich mache. Ehe aber die Chemie so weit gekommen war, die Luftarten mit eben so viel Schärfe und Genauigkeit analysiren zu können, als die verschiedenen festen und flüssigen Substanzen, ehe sie so weit gekommen war, konnte man natürlich nicht erwarten, daß eine genügende Erklärung dieser Thatsache und eine vernünftige Ansicht über den Athemprozeß überhaupt aufgestellt würde. Man kannte die Thatsache, man wußte, daß in eng verschlossenen Räumen Menschen und Thiere bald Athembeschwerden bekamen, die Haut blauroth wurde, die tiefsten Athemzüge kein Genügen fanden, und daß bei Fortsetzung der Einsperrung dieselben convulsivisch wurden, das Bewußtseyn schwand, und endlich nach den heftigsten Convulsionen und Verdrehungen das Leben allmählig erlosch; man wußte, daß diese Erscheinungen ganz in derselben Weise bei dem Tode durch Erdrosseln oder Ertrinken eintreten; allein den tieferen Grund derselben konnte man nicht erkennen, da die Zusammensetzung der eingeathmeten und ausgeathmeten Luft und somit die Veränderung der Luft durch das Athmen nicht gekannt war. Erst mit Lavoisier, dem Vater der heutigen Chemie, brach auch für den Athemprozeß das Licht an, und seine Arbeit über denselben wird stets als eine der herrlichsten in der Geschichte der Chemie dastehen.

Jedermann weiß, daß bei kalter Luft unser Hauch einen Nebel bildet, der sich an kalte Körper in Gestalt kleiner Tropfen niederschlägt. In unbewohnten Zimmern laufen die Fenster im Winter nicht an, sie gefrieren nicht; sobald aber das Zimmer bewohnt ist, so schlägt sich auch an den von außen erkälteten Scheiben die Feuchtigkeit nieder. Die ausgeathmete Luft enthält demnach eine bedeutende Quantität Wasser in Dampfgestalt, welches durch die Kälte in Tropfen condensirt wird, und zwar ist sie, wie die neuern Untersuchungen ergaben, vollständig mit Wasserdampf gesättigt. Die absolute Menge von Wasserdampf, welche ein Gasgemenge aufnehmen kann, richtet sich aber nach der Temperatur desselben; je höher diese ist, desto mehr Wasser-

dampf bedarf es bis zur vollständigen Sättigung. Die ausgeathmete Luft hat nun nahezu die Temperatur des Blutes; wiederholte Versuchsreihen haben ergeben, daß selbst bei sehr verschiedenem Wärmegrade der äußeren Luft die Temperatur der Ausathmungsluft nur zwischen 36—38 Graden des hunderttheiligen Thermometers schwankte. Die Menge von Wasserdampf, welche wir ausathmen, richtet sich demnach hauptsächlich nach der Temperatur, welche die Luft im Innern der Lunge erhält, und je trockner und kälter die eingeathmete Luft ist, desto mehr Wasser muß in unseren Körper aufgenommen und in den Lungen ausgeschieden werden, um die Ausathmungsluft auf ihren bestimmten Sättigungsgrad bringen zu können. Nur wenn wir eine Luft einathmeten, die 36—38 Grad Wärme hätte und vollkommen mit Wasserdampf gesättigt wäre, nur dann würde der Athemprozeß keinen Verlust an flüssigem Wasser herbeiführen; unter gewöhnlichen Umständen aber muß Wasser aus dem Blute in den Lungen abgeschieden werden und dieser Verlust, den wir erleiden, wird natürlich um so größer seyn, je tiefer und häufiger unsere Athemzüge sind. Der Durst, den wir bei heftigen Muskelanstrengungen, bei Märschen in drückender Sonnenhitze empfinden, findet in diesen Verhältnissen seine Erklärung; wir athmen weit häufiger bei solchen Anstrengungen, es wird eine größere Menge Wasserdampf in den Lungen abgeschieden und durch den Durst drückt der Körper sein Bedürfniß nach Ersatz dieses Wassers aus.

Der innere Bau der Lunge ist vortrefflich zur Realisirung der eben angeführten physikalischen Erscheinungen geeignet. Die Luftröhre theilt sich in einen Ast für jeden Lungenflügel, und jeder dieser Aeste in eine Unzahl von Zweigen und Reiserchen, die endlich in zahllose kleine Bläschen oder Blindsäckchen sich auflösen, deren häutige Umgebung ungemein zart ist. Alle diese Bläschen und Zellchen sind beständig mit Luft erfüllt; eine gesunde Lunge schwimmt deßhalb auf dem Wasser, während die eines Kindes, das noch nicht geathmet hat, darin untersinkt. In den dünnen häutigen Wänden der Lungenzellchen vertheilen sich die Capillarien der Lungengefäße, und ihre Maschen sind so

dicht gedrängt, die Zwischenräume zwischen denselben so gering, daß die Lungensubstanz fast nur Inselchen zwischen den Gefäßströmchen bildet. Die außerordentliche Dünne und Zartheit der Wandungen der Lungencapillarien sowohl als auch der Lungenzellchen begünstigt den Austausch von gasförmigen und flüssigen Substanzen im höchsten Grade. Das in den Lungen circulirende Blut ist allseitig von Luft, die in den Lungenzellen enthaltene Luft allseitig von strömendem Blute umgeben. So erklärt es sich denn leicht, wie die eingeathmete Luft, so kalt sie auch seyn mag, augenblicklich die Temperatur des sie umgebenden Blutes annimmt, so wie sie auch sogleich in der Berührung mit der Blutflüssigkeit sich mit Wasserdampf sättigt.

Es ist eine durch Experimente nachgewiesene Thatsache, daß die Menge der ausgeathmeten Luft durchaus derjenigen der eingeathmeten Luft gleich ist, daß mithin das Volumen der Luft durch den Athemprozeß keine Veränderung erfährt. Die Veränderung, welche die eingeathmete Luft erleidet, kann demnach nur eine chemische seyn und es ist leicht sich zu überzeugen, daß sie wirklich eine solche ist. Ein Theil des in der atmosphärischen Luft enthaltenen Sauerstoffes ist nämlich in der Ausathmungsluft durch Kohlensäure ersetzt worden.

Die atmosphärische Luft ist ein Gemenge zweier Gasarten, Stickstoff und Sauerstoff. Ihre Zusammensetzung ist, wenige Variationen abgerechnet, fast überall die nämliche, sie enthält im Durchschnitte dem Volumen nach 20,802 Prozent Sauerstoff und 79,198 Stickstoff, oder, da der Sauerstoff schwerer ist als der Stickstoff, 23,0 Prozent Sauerstoff und 77,0 Stickstoff dem Gewichte nach. Der Stickstoff bleibt in dem Athemprozesse unverändert; dagegen findet man in der ausgeathmeten Luft die Menge des Sauerstoffes vermindert und durch ein entsprechendes Volumen Kohlensäure ersetzt. Dem Mittel nach enthält die ausgeathmete Luft im Mannesalter 4,380 Prozente Kohlensäure dem Volumen nach, oder, da die Kohlensäure bedeutend schwerer ist als der Sauerstoff, 6,546 Prozente dem Gewichte nach.

Nichts ist leichter, als sich von dem Gehalte der ausgeathmeten

Luft an Kohlensäure zu überzeugen. Man braucht nur durch ein Röhrchen in Kalkwasser zu blasen, um sogleich eine Trübung entstehen zu sehen, die sich bald vermehrt und endlich einen Niederschlag von kohlensaurem Kalk bildet, der mit Säuren übergossen, sich mit heftigem Brausen auflöst. Es war von äußerster Wichtigkeit für die ganze Physiologie und namentlich für die Ernährung, zu bestimmen wie groß die Quantität der von dem Menschen binnen einer gewissen Zeit ausgehauchten Kohlensäure sey, da man hierdurch bei der bekannten Zusammensetzung dieses Gases auch zugleich berechnen konnte, wie groß der Verlust an Kohlenstoff sey, den der Körper durch die Respiration erleide. Die Lösung dieser Aufgabe hat ihre eigenen Schwierigkeiten. Keine Thätigkeit des Körpers ist größeren Schwankungen unterworfen, als gerade die Respiration; — die geringste Anstrengung, das kleinste Hinderniß, jede Gemüthsbewegung wirkt bald beschleunigend, bald verlangsamend auf sie zurück, und gerade wenn wir uns zwingen wollen, so regelmäßig als möglich zu athmen, so wird schon durch die geistige Spannung eine gewisse Unregelmäßigkeit bedingt. Die Versuche der neueren Zeit erst, in welchen man allen Verhältnissen so viel Rechnung als möglich getragen hat, und wo durch die zur größten Genauigkeit gesteigerten Mittel der Analyse auch genaue Resultate erlangt wurden, verdienen Zutrauen. Da die Zahl und Tiefe der Athemzüge und somit das Volum der bei jedem Athemzuge und die Menge der während einer bestimmten Zeit eingeathmeten Luft den bedeutendsten Schwankungen je nach Alter, Geschlecht und Körperconstitution unterworfen sind, so mußten die mannichfachsten Versuche angestellt werden, um zu genügenden Mittelzahlen zu gelangen. Es ist hier nicht der Ort, die Methoden auseinander zu setzen, deren man sich bediente; das Prinzip aller besteht darin, das Individuum in einem langsamen Luftstrom, dessen Geschwindigkeit und Stärke man je nach Bedürfniß reguliren kann, athmen zu lassen und die Athemprodukte, Kohlensäure und Wasser, mit diesem Luftstrome in besondere Absorptionsapparate zu leiten, worin sie aufgenommen und dem

Gewichte nach bestimmt werden konnten. Ein langsamer Luftstrom ist deshalb durchaus nöthig, weil beim Athmen in geschlossenem Raume das Individuum bald Athembeschwerden haben würde, welche auf die Regelmäßigkeit der Athmung selbst den verderblichsten Einfluß äußern müßten. Es versteht sich von selbst, daß die Absorptionsapparate für die Kohlensäure und das Wasser so eingerichtet seyn müssen, daß auch nicht die geringste Spur davon verloren gehen kann, und daß die Luft, in welcher geathmet werden soll, durchaus von aller Kohlensäure, die sie zuweilen enthält, befreit seyn muß. Folgende Tabelle gibt die Mittelzahlen des ausgeathmeten Kohlenstoffes in Grammen (500 Grammen = 1 Pfund).

Alter des Individuums in Jahren.

8-15;	15-20;	20-30;	30-40;	40-50;	50-60;	60-70;	70-100.
Quantität des ausgehauchten Kohlenstoffes in einer Stunde, Grammen:							
7,7	10,8	12,2	11,0	9,5	11,1	10,2	6,9.
In 24 Stunden:							
134,8	259,2	292,8	264,0	228,0	266,4	244,8	165,6.

Diese Zahlen, wenn sie auch nicht so vollkommen genau seyn mögen, als wünschbar ist, können wenigstens so viel nachweisen, daß die Quantität des ausgehauchten Kohlenstoffes mit dem Wachsthume zunimmt, während des kräftigen Alters sich etwa auf gleicher Höhe erhält und im Greisenalter wieder sinkt. (Die abweichende Zahl zwischen 40 und 50 Jahren rührt daher, daß ein abgemagertes sieches Individuum mit in die Berechnung der Mittelzahl einbegriffen wurde.) Die Multiplication der für eine Stunde erhaltenen Daten auf den ganzen Tag ist jedenfalls etwas zu hoch, denn es ist bekannt, daß die Athemzüge im Schlafe seltener sind als im Wachen und schwerlich mag wohl die daraus entstehende Ungleichheit durch die größere Tiefe der Athemzüge des Schlafenden aufgewogen werden. Ich habe sie nur deßhalb gegeben, um die Menge des durch die Respiration unserem Körper entführten Kohlenstoffes anschaulicher zu machen, und man schlägt dieselbe gewiß nicht zu hoch an, wenn man für

einen kräftigen erwachsenen Mann ein halb Pfund Kohlenstoff (250 Gramme) per Tag annimmt. Wir werden in einem späteren Briefe zu ermitteln suchen, in welchem Verhältniß dies zu dem Gehalte der Nahrungsmittel an Kohlenstoff stehe.

Der Gehalt der Ausathmungsluft an Kohlensäure war schon, wenigstens annähernd, von Lavoisier bestimmt worden; es entstand nun die Frage, wo entsteht diese Kohlensäure? Wird sie in den Lungen durch den Respirationsprozeß gebildet, oder aber ist sie schon im venösen Blute vorhanden, und wird sie in den Lungen nur abgeschieden und Sauerstoff dafür eingenommen? Man entschied sich unbedingt für die erstere Ansicht, um so mehr als das Volumen des verschwundenen Sauerstoffes dem Volumen der ausgehauchten Kohlensäure gleich war und man wußte, daß der Kohlenstoff bei seinem Verbrennen das Volum des Sauerstoffes nicht ändere. Eine Kubikflasche reinen Sauerstoffes kann durch Verbrennen von Kohlenstoff in Kohlensäure verwandelt werden, ohne daß sie dabei ihr Volumen ändert; die neu entstandene Gasart ist nur durch den Kohlenstoff schwerer geworden. Da dies Verhältniß so genau in dem Respirationsprozesse sich wiederfand, so zögerte man nicht, denselben einer Verbrennung gleich zu setzen, und man behauptete ganz folgerecht, daß der Sauerstoff der Luft in den Lungen an das Blut trete, einen Theil des im Blute enthaltenen Kohlenstoffes verbrenne und sich so in Kohlensäure verwandele, die durch die Ausathmung abgeschieden werde. Man fand zugleich in dieser Ansicht eine natürliche Erklärung der thierischen Wärme; der Kohlenstoff entwickelt beim Verbrennen Wärme, der Verbrennungsprozeß in den Lungen mußte ebenfalls Wärme entwickeln, und da das Athmen eine beständig fortdauernde Funktion ist, so mußte diese Wärme eine anhaltende, constante werden. Zudem gelang es nicht, Gasarten aus dem arteriellen oder venösen Blute abzuscheiden, alle Versuche dieser Art scheiterten, und man fand in dem Verhältniß zwischen Athmung und Wärmeentwicklung so viel Nutzen für die herrschende Ansicht, daß man kaum daran dachte, eine andere Erklärung zu suchen.

Indeß wurde doch später durch einen einfachen Versuch nachgewiesen, daß ein solcher Verbrennungsprozeß in den Lungen nicht stattfinden könne. Wenn man nämlich ein Thier, einen Frosch, einen Vogel, ein Kaninchen unter eine völlig gesperrte Glasglocke bringt, die mit einem Gase erfüllt ist, das zwar an sich keine giftige Wirkung auf den Organismus hat, aber doch nicht den Athemprozeß unterhalten kann, wie z. B. Wasserstoffgas oder Stickstoffgas, so fährt das Thier noch eine Weile fort zu athmen, erstickt aber bald. Untersucht man nun die in der Glasglocke enthaltene Luft, so findet man, daß sie eine gewisse Quantität Kohlensäure enthält. Das Thier hat also, trotz dem, daß Wasserstoff oder Stickstoff nie Kohlensäure bilden können, dennoch diese Gasart ausgeathmet; es kann somit die Kohlensäure nicht unmittelbar in den Lungen aus dem Kohlenstoffe des Blutes durch Verbrennung gebildet werden, sie muß schon vorausgebildet in dem Blute enthalten seyn. Man fand außerdem durch Versuche, daß das Blut der Lungen nicht bedeutend wärmer sey, als das anderer Körpertheile, während doch nothwendig, im Falle wirklich die Lungen der thierische Ofen wären, wenn ich mich so ausdrücken darf, hier auch die Wärme größer als in den Leitungsröhren seyn müßte.

Bald wurde auch durch direkte Versuche ermittelt, daß man wirklich aus dem Blute, theils unmittelbar, theils durch Schütteln mit andern indifferenten Gasarten, z. B. Wasserstoff, Luft entwickeln könne, und zwar, daß in dem rothen, arteriellen Blute verhältnißmäßig mehr Sauerstoff enthalten sey, als in dem blauen venösen. Die Rolle, welche die Lunge in dem Respirationsprozesse spielt, konnte demnach nicht mehr zweifelhaft seyn. Sie ist offenbar nur die Filtrirmaschine, durch welche die Kohlensäure des venösen Blutes gegen den Sauerstoff der Luft ausgetauscht wurde, und die Verbrennung des Kohlenstoffes wird demnach nicht in den Lungen vor sich gehen, sondern vielmehr überall in allen Gebilden des Körpers, wo Stoffwechsel durch Blutcirculation unterhalten wird. In dem Ernährungsprozesse der Gebilde müssen die chemischen Veränderungen vor sich gehen, welche die Bildung

der Kohlensäure bedingen und durch die im arteriellen Blute gegebene stete Zufuhr von Sauerstoff werden diese chemischen Veränderungen bedingt, wird das zu den Umwandlungen nöthige Element geliefert.

Mit dieser Ansicht des Athemprozesses stehen auch die übrigen secundären Erscheinungen der Wärmeerzeugung vollkommen im Einklang. Es ist eine Thatsache, daß Muskelbewegungen stärkere und häufigere Athemzüge und lebhaftere Körperwärme bedingen; allein beobachtet man genauer, so ergibt sich, daß diese lebhaftere Wärme erst einige Zeit nach der Beschleunigung der Athmung eintritt, und daß sie auch partiell mehr das bewegte Glied betrifft als den ganzen Körper. Die Beschleunigung der Athmung bringt aber natürlich schnelleren Herzschlag, schnelleren Blutlauf, somit lebhaftere Sauerstoffzufuhr und lebhafteren Umsatz der Gebilde. Die partielle Wärmeerhöhung rührt daher, daß Bewegung stets auch den chemischen Umsatz befördert, beschleunigt und somit durch die Bewegung des Beines, z. B. in diesem der Umsatz der Gebilde, die Ernährung und somit die Wärmeerzeugung verstärkt wird.

Kehren wir indeß nach dieser Digression, auf deren nähere Verhältnisse wir bei der Ernährung und der Erzeugung der thierischen Wärme näher eingehen werden, noch einmal zu dem Athemprozesse und der Rolle, welche die einzelnen dabei betheiligten Organe spielen, zurück. Die Thatsache, daß in dem Akte der Athmung Kohlensäure aus dem blauen Blute abgeschieden und dafür Sauerstoff aus der Luft aufgenommen werde, ist ein- für allemal festgestellt. Allein es handelt sich darum, zu bestimmen, welchen Antheil bei diesem Prozesse die verschiedenen Bestandtheile des Blutes haben; ob überhaupt die aufzunehmenden und ausgeworfenen Gasarten einen bestimmten Bezug zu der einen oder andern, morphologischen oder chemischen Substanz des Blutes haben, und in wie fern dies ewige Wechselspiel zwischen Kohlensäure und Sauerstoff, welches in den Lungen und Körpercapillaren sich befindet, erklärt werden könne?

Wir haben in einem vorhergehenden Briefe die morphologische

Zusammensetzung des Blutes kennen gelernt und gefunden, daß im lebenden Körper zwei Bestandtheile unterschieden werden können, festere münzenartige Plättchen, die Blutkörperchen und eine klebrige Flüssigkeit, worin sie schwimmen, das Plasma. Die Blutkörperchen sind die Träger des Farbstoffes; das Plasma für sich allein von den Körperchen getrennt, ist farblos; es erhält eine gelbliche Färbung nur durch Auflösung des in den Blutkörperchen befindlichen Blutrothes und solche Auflösung findet nur in krankhaften Verhältnissen Statt. Das frische Blutroth hat eine dunkle, blaurothe Farbe; durch Aufnahme von Sauerstoff wird es kirschroth, und es ist leicht durch Versuche nachzuweisen, daß die Blutkörperchen sehr begierig den Sauerstoff der Luft anziehen und dadurch ihre Farbe ändern. In dem Plasma befindet sich kein Stoff, welcher mit dem Blutrothe in dieser Verwandtschaft zu dem Sauerstoff wetteifern könnte. Es darf demnach der Schluß wohl gerechtfertigt erscheinen, daß die Blutkörperchen diejenigen Formbestandtheile des Blutes sind, welche den Sauerstoff der Luft an sich ziehen und ihn so den Organen des Körpers zuführen.

Man hat geglaubt, die Kohlensäure, welche man in dem blauen Blute vorfindet, sey darin frei aufgelöst enthalten. Allein das Plasma, die Blutflüssigkeit, enthält ein Salz aufgelöst, welches äußerst leicht Kohlensäure einschluckt und sich damit chemisch verbindet; das Plasma enthält kohlensaures Natron, das, mit Kohlensäure in Berührung gebracht, sich in doppelt kohlensaures Natron umwandelt. Die Kohlensäure, welche in den Lungen ausgestoßen wird, bildet sich durch den Prozeß der Ernährung im Inneren der Gewebe; sie wird durch Imbibition von den Körpercapillaren aufgenommen und verbindet sich in diesen mit dem kohlensauren Natron des Plasmas.

Sauerstoff und Kohlensäure, die beiden in der Respiration betheiligten Gase, sind demnach an verschiedene Bestandtheile des Blutes gebunden; der Sauerstoff an das Blutroth der Körperchen, die Kohlensäure an das Natron des Plasmas. Beide Gase werden in verschiedenen Orten aufgenommen und abgeschieden;

der in den Lungen aufgenommene Sauerstoff wird in dem Parenchyma der Gewebe abgesetzt, und die an diesem Orte gebildete Kohlensäure in den Lungen abgeschieden.

Die Abscheidung der Kohlensäure und die Aufnahme des Sauerstoffes in den Lungen stehen in einem gewissen Verhältnisse zu einander, und zwar richtet sich dies Verhältniß nach dem Diffusionsgesetze der Gase; der Austausch steht im Verhältnisse der Dichtigkeit der Luftarten. Für ein Volumen Kohlensäure z. B., welches in einer Flüssigkeit aufgelöst ist und durch Sauerstoff ausgetrieben werden soll, bedarf es nicht blos eines gleichen Volums Sauerstoff, sondern etwas mehr, weil eben die Kohlensäure eine größere Dichtigkeit besitzt, als der Sauerstoff. Dies Verhältniß nun ist, nach den neuesten Versuchen, vollständig bei der Athmung realisirt. Der Austausch zwischen Kohlensäure und Sauerstoff findet in dem durch das Diffusionsgesetz bedingten Verhältnisse statt. Indeß weist dies gerade noch nicht darauf hin, daß beide Gase, Kohlensäure wie Sauerstoff, frei im Plasma aufgelöst sind. Wenn der beim Athmen eintretende Sauerstoff sogleich von den Blutkörperchen in Beschlag genommen würde, so könnte er die Kohlensäure nicht austreiben; denn diese ist ja nicht mit den Blutkörperchen, sondern mit dem Plasma verbunden; allein der beim Athmen aufgenommene Sauerstoff muß erst, um zu den Blutkörperchen zu gelangen, eine Schicht Plasma durchdringen, und man kann deßhalb wohl behaupten, daß er auf diesem Wege die in der Flüssigkeit enthaltene Kohlensäure austreibe. Daß dieses Austreiben möglich sey, geht aus den Eigenschaften des doppelt kohlensauren Natrons hervor, das bei der Berührung mit andern Gasen die Hälfte seiner Kohlensäure entbindet.

Auf diese Weise ist demnach vollkommen leicht erklärlich, warum das Diffusionsgesetz in dem Austausche der beiden Gasarten im Respirationsprozesse realisirt seyn kann, trotz dem, daß die Gase an verschiedene Formelemente des Blutes gebunden sind.

Nehmen wir aber auch somit das Verhältniß der Blutkörperchen

und des Plasma zu den Gasarten als erwiesen an, so erwächst eine, für die theoretische Betrachtung der Athmung nicht unbedeutende Schwierigkeit bei Vergleichung der Zusammensetzung der beiden Blutarten mit dem Produkte des Athmungsprozesses. Es wird Kohlensäure und Wasserdampf ausgeschieden und Sauerstoff aufgenommen; man könnte daher schon a priori erwarten, daß das rothe (arterielle) Blut an allen Stoffen gesättigter seyn müsse, als das blaue (venöse), weil das venöse Blut beim Durchgange durch die Lungen eine bestimmte Wassermenge abgegeben hat. Das arterielle Blut enthält nun zwar mehr Faserstoff als das venöse; allein nichts desto weniger ist es, den meisten Autoren zu Folge, spezifisch leichter und sein Wassergehalt größer. Der Gehalt an Gasen ist im arteriellen Blute bedeutender; man kann, wie zu erwarten ist, bedeutend mehr Sauerstoff aus dem arteriellen Blute ausscheiden, als aus dem venösen. Allein nach den bis jetzt vorhandenen Thatsachen ist auch der Gehalt des arteriellen Blutes an Kohlensäure unverhältnißmäßig bedeutender, als dies der Fall seyn müßte, selbst wenn gar keine Kohlensäure in den Lungen wäre abgeschieden worden. Das arterielle Blut enthält im Durchschnitte nach den bis jetzt bekannten Analysen 70 Vol. Kohlensäure und 25 Vol. Sauerstoff auf 1000 Vol. Flüssigkeit; das venöse Blut 47 Vol. Kohlensäure und 12 Vol. Sauerstoff. Sollte man demnach, ohne die direkten Resultate der Analysen der Ausathmungsluft zu kennen, und ohne der Beimischung des Chylus Rechnung zu tragen, aus der Verschiedenheit der beiden Blutarten auf diesen Prozeß schließen, so würde man zwar folgerecht Aufnahme von Sauerstoff postuliren, aber zugleich aus der verhältnißmäßig größeren Menge der Kohlensäure und des Wassers im arteriellen Blute auf eine Aufnahme von Wasser und Kohlensäure im Athmungsprozeß kommen müssen, während doch in der That Ausscheidung derselben Statt hat.

Man sieht, die bis jetzt bestehenden Analysen des Blutes in Beziehung auf seinen Gehalt an Gasen sind weit entfernt, mit den Analysen der Athmungsprodukte im Einklang zu stehen;

es existirt hier noch eine wesentliche Lücke in der faktischen Begründung der Theorie des Athmungsprozesses.

Aber nicht blos in den Lungen, auch in den peripherischen Capillaren des Körpers geht ein beständiger Austausch von Gasen vor sich und zwar in umgekehrter Ordnung. Die durch die Ernährung der Theile gebildete Kohlensäure tritt in das Blut über und statt ihrer wird Sauerstoff ausgeschieden. Der in der Athmung aufgenommene Sauerstoff verläßt demnach das arterielle Blut wieder; die Farbe der Blutkügelchen wird blauer.

Offenbar kann diese Ausscheidung von Sauerstoff nur darin beruhen, daß die Blutkörperchen theilweise sich auflösen, ihr Farbestoff sich zersetzt und der dadurch frei gewordene Sauerstoff in die Gewebe tritt. Dieser Sauerstoff kann nicht im Plasma aufgelöst bleiben, denn direkte Versuche belehren uns, daß dasselbe nur sehr wenig Sauerstoff aufnimmt. Dagegen wissen wir durch Versuche, daß der geronnene Faserstoff sehr lebhaft Sauerstoff einschluckt und ihn in Kohlensäure verwandelt; es ist mithin wahrscheinlich, daß der durch Zerstörung der Blutkörperchen aus dem Blute getretene Sauerstoff auf die festen Faserstoffgebilde des Körpers einwirkt und sich mit diesen verbindet.

Wir kennen kein Gewebe im ganzen Körper, welches mit solcher Begierde den Sauerstoff an sich zieht, als die Blutkörperchen; es kann mithin auch keine Kraft im Körper existiren, welche mächtig genug wäre, die Blutkörperchen ihres Sauerstoffes zu berauben; nur durch Zerstörung und Umsetzung derselben ist dies möglich. Daß aber eine solche Zerstörung der Blutkörperchen, Auflösung derselben im Plasma und beständige Wiedererzeugung, sowohl aus den Lymph- und Chyluskörperchen, als auch innerhalb der Bahnen des Kreislaufes selbst vor sich gehe, scheint nicht nur theoretisch begründet, sondern auch durch die unmittelbare Erfahrung bestätigt. Ich habe schon oben, in dem Briefe vom Blute, auf das Verhalten der Blutkörperchen unter dem Mikroskope und gegen Reagentien aufmerksam gemacht, und wenn auch unsere Beobachtungen noch nicht so weit gehen, um mit Bestimmtheit die Veränderungen darzulegen, welche die

Blutkörperchen während ihrer Existenz durchlaufen, so scheint doch wenigstens so viel ausgemacht, daß ein gewisser Bildungscyclus ihnen vorgezeichnet ist. Warum sollte dies auch nicht der Fall seyn? In allen Gewebtheilen des Körpers sehen wir einen steten Umschwung, selbst in den festesten Bestandtheilen, den Knochen, geht beständig Zerstörung des Vorhandenen, Ersatz des Zerstörten und Neubau Hand in Hand; sollen die Blutkörperchen die einzigen Gewebtheile seyn, die keinen cyclischen Veränderungen unterworfen sind? Gewiß aber stehen diese Veränderungen in den nächsten Beziehungen zum Athemprozeß, und namentlich scheinen die Phänomene, welche bei der Transfusion verschiedener Blutarten sich einstellen, darauf hinzudeuten. Bekanntlich kann man einem durch Blutverlust entkräfteten Thiere Blut, welches von einem andern Individuum derselben Art herrührt, nicht nur ohne Nachtheil, sondern sogar mit Vortheil einspritzen; es erholt sich. Selbst geschlagenes, mithin seines Faserstoffes beraubtes Blut hat denselben belebenden Einfluß. Allein die Einspritzung von Blut eines Thieres aus einer andern Klasse tödtet fast augenblicklich. Vogelblut einem Säugethiere, Säugethierblut einem Vogel eingespritzt, tödtet unmittelbar, selbst in kleinen Quantitäten, und in dem letzteren Falle kann der Tod nicht der verschiedenen Größe der Blutkörperchen und einem dadurch bedingten Hinderniß in der Circulation innerhalb der Capillargefäße zugeschrieben werden, denn die Blutkörperchen der Säugethiere sind kleiner als die der Vögel. Meines Erachtens kann diese giftige Wirkung der Einspritzung (Transfusion) von Blut einer anderen Spezies nur in der Beziehung der Blutkörperchen zum Respirationsprozesse gesucht werden, zumal da das seiner Blutkörperchen beraubte Serum keinen solchen verderblichen Einfluß übt.

Auf der andern Seite ist, wie wir oben gezeigt haben, durch die Aufnahme des Sauerstoffes in den Lungen ein Theil des im venösen Blute enthaltenen doppelt kohlensauren Natrons in einfach kohlensaures Natron verwandelt worden, welches mit dem arteriellen Strome in die peripherischen Capillaren des

Körpers fortgerissen wird. Dort trifft es die aus den Geweben gebildete Kohlensäure an, welche es gierig anzieht, um sich aufs Neue mit derselben zu doppelt kohlensaurem Natron zu verbinden.

Sollen wir nun die Rolle, welche die im Blute enthaltenen Gase und die Bestandtheile des Blutes selbst spielen, näher bezeichnen, so wäre dies etwa in folgenden Sätzen zu geben. Die Gase des Blutes sind nicht in demselben aufgeschwämmt (diffundirt), sondern an einzelne Formelemente desselben gebunden. Die Blutkörperchen sind Sauerstoffschwämme. Das kohlensaure Natron des Plasmas bindet die Kohlensäure. In dem Athmungsprozesse wird Sauerstoff aufgenommen und eine, den Bestimmungen des Diffusionsgesetzes entsprechende Menge Kohlensäure abgeschieden; der Sauerstoff gelangt in die Gewebe durch Zerstörung der Blutkörperchen innerhalb der Capillaren des Körpers. Die Kohlensäure gelangt in das Blut der Körpercapillaren durch Anziehung vermittelst des im Plasma enthaltenen einfach kohlensauren Natrons.

Keiner der mannichfachen, bis jetzt über das Blut angestellten chemischen und mikroskopischen Versuche widerspricht dieser Ansicht; während es kaum möglich ist, nach dem jetzigen Stande der Wissenschaft den Austausch der Gasarten aus einer einfachen freien Auflösung derselben in der Blutflüssigkeit zu erklären. Wenn beide Gasarten im Blute aufgelöst, oder, besser gesagt, diffundirt wären, so müßte in den Lungen der Sauerstoff die Kohlensäure austreiben, während umgekehrt in den peripherischen Capillaren die Kohlensäure den Sauerstoff austriebe; es ist leicht einzusehen, daß zwei Stoffe nicht in dieser Weise ihre Rollen gegen einander austauschen können. Daß indeß die Akten über diesen wichtigen Punkt noch nicht geschlossen sind, daß namentlich über den wirklichen Gehalt des Blutes an Gasarten noch fernere chemische Untersuchungen anzustellen sind, dies kann keinem Zweifel unterliegen, um so mehr als durch neuere Versuche über die Ernährung erwiesen scheint, daß auch Stickstoff durch den Athmungsprozeß aus dem Körper ausgeschieden werde.

Sechster Brief.

Die Absonderung.

An allen freien Oberflächen des Körpers, von welcher Gestalt sie auch seyn mögen, sehen wir unter normalen Umständen eine beständige Ausscheidung gasförmiger oder flüssiger Bestandtheile vor sich gehen. Auf der äußeren Haut, auf der inneren Oberfläche der Schleimhäute, der sogenannten serösen Umhüllungshäute, wie Brust- und Bauchfell, ist dieser Ausscheidungsprozeß in immerwährender Thätigkeit begriffen. Die Absonderungsprodukte dieser flächig ausgebreiteten Organe werden theils, wie von den Schleimhäuten des Mundes, der Lunge, des Darmkanales rc. nach außen geschafft, theils aber auch bleiben sie, wie in den geschlossenen Säcken der serösen Häute, innerhalb derselben in geringer Menge aufbewahrt und nur zuweilen, in krankhaften Verhältnissen, sammeln sie sich in solcher Menge darin an, daß die Entfernung der angesammelten Flüssigkeit nothwendig wird.

Außer diesen flächigen Absonderungsorganen aber finden sich noch im Körper eine große Menge besonderer, zu dem speziellen Zwecke der Absonderung bestimmte Organe, welche einen zusammengesetzteren Bau haben und die wir unter dem Namen der Drüsen begreifen. Das Prinzip des Baues dieser Drüsen ist äußerst einfach und beruht auf dem Grundsatze, daß eine gebogene oder gewundene Haut auf demselben Raume weit mehr Fläche darbietet, als eine geradausgebreitete. Eine freie Oberfläche ist stets ein wesentliches Erforderniß zur Absonderung; wird aber diese freie Oberfläche aus gewundenen Schläuchen gebildet, so kann

sie eine ungeheure Ausbreitung bieten und dennoch auf einen kleinen Raum zusammengedrängt seyn. Die Grundform der Drüsen ist ein länglicher Blindsack, dessen Oeffnung sich auf der Oberfläche befindet, auf welche das Sekret ausgeführt werden soll. Dieser Sack erhält seitliche Verzweigungen, Verästelungen, die sich zu Röhren ausspinnen, welche sich zusammenknäueln, und bald in körnigen, traubenförmigen oder zelligen Bläschen ihr Ende finden. So bietet denn jede Drüse gleichsam das Bild eines mehr oder minder verästelten Baumes dar, dessen Stamm der Ausführungsgang ist. Die Röhren und Ausführungsgänge der Drüsen sind im Innern von eigenthümlichen Häuten, die oft außerordentlich fein werden, ausgekleidet, und in und auf diesen Häuten verbreiten sich die Blutgefäßnetze, aus welchen dann der Absonderungsstoff, das Sekret, geliefert wird. Die feinsten Drüsengänge sind immer noch weit dicker, als die feinen Capillarien der Blutgefäßnetze, und man kann kein treffenderes Bild für das Verhältniß zwischen Drüsengang und Blutgefäßnetzen finden, als dasjenige eines Fingers, der von einem Seidenhandschuh eingehüllt ist und wo der (hohle) Finger dem blinden Ende des Drüsenganges, das Seidengewebe dem Capillargefäßnetze entsprechen würde.

Wie außerordentlich weit die Vergrößerung der absondernden Oberfläche innerhalb einer Drüse durch Verzweigung und Verknäuelung der Drüsengänge und Bläschen durch die Natur getrieben wird, dies zeigen folgende Beispiele. Die Samenröhrchen des Hodens würden, zu einer einzigen Röhre zusammengefügt, eine Länge von 1015—1250 Pariser Fuß betragen und die gesammte Absonderungsfläche einen Rauminhalt von 17,7—20 Quadratfuß darbieten. Eine einzige Niere bietet eine Absonderungsfläche von 43,55 Quadratfuß. Man hat den angestellten Messungen zu Folge eine Tabelle der einzelnen Drüsen des menschlichen Körpers entworfen, worin bestimmt ist, wie viel Quadratfuß Absonderungsfläche ein Kubikzoll Volumen einer jeden Drüse zeigte, und man hat folgende Verhältnißzahlen gefunden, welche freilich nur entfernt approximativ seyn können.

1 Kubikzoll	Hode hat . . .	2,58	Q.-Fuß	Absonderungsfläche,
"	" Niere	6,43	"	"
"	" Ohrspeicheldrüse .	8,71	"	"
"	" Thränendrüse . .	9,05	"	"
"	" Unterzungendrüse	9,34	"	"
"	" Unterkieferdrüse .	10,52	"	"
"	" Bauchspeicheldrüse	12,63	"	"

Von den sämmtlichen Drüsen und flächigen Absonderungsorganen des Körpers sind für uns, die wir in das Speziellere nicht eingehen können, nur drei von wesentlichem Interesse, die Haut, als Absonderungsorgan des Schweißes und der Ausdünstung, die Leber, der Galle wegen, und endlich die Nieren, in welchen eine der wesentlichsten Auswurfsflüssigkeiten, der Harn, abgeschieden wird. Wir haben schon in einem vorhergehenden Briefe den Bau der Leber und die Eigenthümlichkeit ihres fetten und alkalischen Sekretes, der Galle, näher ins Auge gefaßt.

Die Struktur der Haut hat zu den mannichfachsten Controversen Anlaß gegeben. Man hat vielleicht bei diesen Untersuchungen den großen Fehler begangen, daß man Verhältnisse, die man in einzelnen Fällen auffand, gleich als allgemeine Gesetze aufstellen wollte. Gerade bei der allgemeinen Bedeckung des Körpers aber gibt es, wie Jedermann wohl aus dem bloßen Augenschein weiß, die mannichfachsten Verschiedenheiten, und es heißt wahrlich die gesunden fünf Sinne beleidigen, wenn man behaupten will, daß die Haut einer zarten Blondine, durch deren weichen Sammt alle Adern durchschimmern, dieselbe numerische Zusammensetzung habe, wie die rissigen Borken, welche den Körper eines Grobschmiedes decken. Die geübte Zunge eines Gastronomen schmeckt Verschiedenheiten, welche den Reagentien des gewandtesten Chemikers entgehen; das Mikroskop und das Scalpell des Anatomen sind ebenfalls nur unvollkommene Werkzeuge, wenn man sie mit unserem Auge und unserer Hand vergleicht.

Im Allgemeinen besteht die Haut aus zwei Schichten; einer äußeren, aus dünnen Blättchen zusammengesetzten Schicht, welche sich beständig abschilfert und stets wieder neu aus der Tiefe

ersetzt; wir nennen diese Schicht die Oberhaut. Sie ist durchscheinend, nur schwer für Wasser durchdringlich und löst sich leicht durch Einwirkung blasenziehender Substanzen oder kochenden Wassers von der unteren Schicht, der Lederhaut, los; diese letztere besteht aus einem dichten Filze untereinander gewebter Fasern, in welchem sich viele Blutgefäße und Nerven verzweigen. Im Gewebe der Haut selbst finden sich zwei Arten von Drüsen; die einen öffnen sich meist in der Nähe der Haare oder in dem Kanal selbst, worin das Haar steckt; sie sondern eine fettige, talgartige Masse ab, man nennt sie Talgdrüsen; die andern, die Schweißdrüsen liegen alle unter der Haut im Zellgewebe und senden einen korkzieherartig gewundenen Ausführungsgang durch die Schichten der Haut und Oberhaut hindurch bis auf die Oberfläche. Die meisten Schweißdrüsen finden sich sonderbarer Weise an der Sohle und an der Hohlhand, bekanntlich zwei Stellen, an denen man selten oder nie schwitzt; die größten lassen sich in der Achselhöhle antreffen. Man hat berechnet, daß in der Hohlhand, welche die meisten Schweißdrüsen besitzt, sich deren 2736 auf einem Quadratzolle Oberfläche befinden, während am Nacken und Rücken, wo sie am seltensten sind, nur etwa 417 auf dem Quadratzoll sich finden. Aus dieser Vertheilung der Drüsen geht schon hervor, daß ihre Beziehung zu dem Schweiße nicht exclusiv seyn kann, sondern daß, wie auch aus andere Betrachtungen hervorgeht, die Hautausdünstung unmittelbar, ohne Vermittlung der Drüsen aus dem Blute der Haut geschieht. In gewöhnlichen Zuständen ist die Hautaussonderung nur eine Verdunstung; die Stoffe gehen in Gasform, für uns unsichtbar, davon, und man kann sich durch einen sehr einfachen Versuch überzeugen, daß diese Absonderung eine beständige sey. Zu diesem Ende stecke man nur den Arm in einen Glascylinder, den man aber so gut als möglich fest anschließen läßt. Wenn auch keine Spur von Schweiß sichtbar war, so wird doch der Cylinder bald inwendig beschlagen und endlich an den Wänden Tropfen einer klaren, salzig schmeckenden Flüssigkeit sich ansammeln, die viel flüchtige organische Stoffe enthält und deßhalb sehr leicht fault.

Die Menge der Hautausdünstung und besonders die Schweißbildung hängt zunächst von der Individualität ab. Die Einen schwitzen bei dem geringsten Anlasse, die Andern nur sehr schwer. Nächst der Individualität aber äußern die Menge der genossenen Getränke, so wie die Temperatur und Trockenheit der Atmosphäre den entschiedensten Einfluß auf die Menge des durch die Hautausdünstung entleerten Wassers, die wieder sich mit derjenigen des Urines balancirt. Je größer die Hitze, je trockener die Luft, desto mehr verlieren wir durch Ausdünstung und Schweiß; desto gefärbter und wasserarmer wird aber auch unser Urin, während im Gegentheile in den kälteren Wintermonaten letzterer um so wässeriger wird, je mehr die Hautausdünstung auf ein Minimum zurücksinkt. Es wird aus diesen Thatsachen erklärlich, warum in heißen und warmen Klimaten das Verhältniß der unmittelbar wägbaren Ausleerungen, Koth und Harn, zu den gasförmigen, Haut- und Lungenausdünstung oder Perspiration, ein anderes ist, als in gemäßigten, kalten und feuchten Zonen. In den letzteren, wo die Luft fast beständig mit Feuchtigkeit stark geschwängert ist, bei durchschnittlich kühler Temperatur, wird durch Lungen und Haut weit weniger Wasser in Dampfform abgeschieden, als in heißen trockenen Gegenden, und nachdem dies Wasser in Dampfform durch die Perspiration, oder in flüssiger Form durch die wägbaren Ausleerungen davon geht, neigt dieser Ausschlag mehr auf die eine oder die andere Seite.

Die Harnabsonderung ist eine der wichtigsten Funktionen des ganzen Körpers, denn durch sie werden hauptsächlich die Produkte der Zersetzung stickstoffhaltiger Verbindungen aus dem Körper geschafft. Im normalen Zustande schwankt das spezifische Gewicht des Harnes zwischen 1005 bis 1030, in krankhaften Zuständen können beide Grenzen noch bedeutend weiter hinausgeschoben werden. Normal ist seine Reaktion sauer; gesunder Harn enthält stets freie Säure, nach einiger Zeit aber entwickelt sich durch die Fäulniß Ammoniak in der Harnflüssigkeit und die saure Reaktion geht alsdann in eine alkalische über. Diese saure Reaktion verdankt der Urin, neueren Untersuchungen zu Folge, freier Essig- und

Phosphorsäure. Die Menge des Harnes, welche täglich gelassen wird, ist außerordentlichen Schwankungen ausgesetzt, da sie einestheils mit der Menge des genossenen Getränkes, anderntheils aber mit der durch die Perspiration ausgedünsteten Wassermenge im genauesten Zusammenhange steht; nach genauen Beobachtungen bei durchaus gleichförmiger Lebensweise betrug das Mittel des während 24 Stunden entleerten Urines im November 56 Loth, im December 57½ L., im Januar 57 L., Februar 54⅕ L., März 46½ L., April 40⅔ L., Mai 40⅓ L., und es ist zu bedauern, daß diese Messungen nicht während eines ganzen Jahres fortgesetzt wurden, um die regelmäßige Stufenleiter, welche die verhältnißmäßigen Mengen je nach den Jahreszeiten bilden, genau bestimmen zu können.

Als die beiden wesentlichsten Bestandtheile des Urins, welche im normalen Zustande nie fehlen, stellen sich zwei organische, sehr stickstoffreiche Verbindungen dar, der Harnstoff und die Harnsäure; in 1000 Theilen Urin finden sich im Durchschnitte 30 Theile Harnstoff und 1 Theil Harnsäure. Hundert Theile Harnsäure enthalten 33,37 (ein Drittel des Gewichtes) Stickstoff, und hundert Theile Harnstoff beinahe die Hälfte, nämlich 46,78 Stickstoff. In keiner andern Sekretion des Körpers ist eine stickstoffhaltige Materie enthalten, wenigstens nicht in bedeutender Menge; es existirt überhaupt keine thierische Substanz, die verhältnißmäßig so viel Stickstoff enthielte, als die beiden Stickstoffverbindungen des Harnes. Außer diesen beiden Körpern, deren Verbindungen, Zersetzungen und sonstige charakteristische Eigenschaften man jetzt genauer als die der meisten übrigen organischen Verbindungen kennt, enthält der Harn noch eine eigenthümliche thierische Materie, die überall in Gestalt eines bräunlichen harzartigen Körpers den chemischen Operationen hinderlich in den Weg tritt und, wie es scheint, dem Urine seinen spezifischen Geruch ertheilt. Die Salze, welche er enthält, finden sich auch in den übrigen Körpertheilen wieder; es sind schwefelsaure, phosphorsaure und salzsaure Salze, deren Basen Kali, Natron und Kalk sind. Neuere Versuche haben außerdem nachgewiesen, daß

Bayerische Staatsbibliothek MÜNCHEN

freie Hippursäure, welche früher nur aus dem Harn der pflanzenfressenden Thiere gekannt war, zuweilen in der normalen Urinflüssigkeit enthalten ist, und daß die Auflösung der sonst so schwer löslichen Harnsäure und der Hippursäure im Harne, der Gegenwart der phosphorsauren Salze zuzuschreiben ist.

Schon die einfachste Erfahrung mußte nachweisen, daß die Harnsekretion durch die leisesten Veränderungen in Speise und Trank mitleidet und daß in ihr die Abscheidung flüssiger Substanzen, welche dem Organismus nicht zuträglich sind, vor sich geht. Aus der Vergleichung mit den beiden anderen Hauptausscheidungsorganen, der Lunge und der Haut, konnte man auch schließen, daß die Nierensekretion hauptsächlich zur Entfernung des überflüssigen Wassers und der im Wasser auflöslichen Salze und anderer Stoffe dienen müsse, wenn anders diese Stoffe im Darmkanale aufgenommen werden.

Direkte Versuche haben diese Verhältnisse nachgewiesen. Metalle, welche mit thierischen Stoffen unlösliche Verbindungen eingehen wie Quecksilber, Blei, Eisen; flüchtige, leicht verdampfende Stoffe, wie ätherische Oele, Weingeist ꝛc. finden sich niemals im Urine wieder; letztere Stoffe werden durch die für gasförmige Abscheidungen bestimmten Organe, die Lungen und die Haut entfernt. Salze mit unorganischen Säuren und Basen, lösliche Farbestoffe, viele feste Riechstoffe, die nur durch ihre eigene langsame Zersetzung riechen, wie Moschus, Bibergeil ꝛc., endlich die organischen Basen, Chinin, Cinchonin ꝛc. werden unzersetzt durch den Harn ausgeschieden. Andere Stoffe hingegen kommen nur in wesentlich verändertem Zustande wieder zum Vorschein. So wird der in den Nahrungsmitteln enthaltene freie Schwefel und Phosphor in oxydirtem Zustande als schwefelsaures und phosphorsaures Salz abgeschieden; so treten die meisten Salze, welche von einer organischen Säure gebildet werden, die essigsauren, apfelsauren Salze ꝛc. in dem Urine als kohlensaure Salze auf. In vieler Beziehung sind diese Veränderungen äußerst merkwürdig, indem sie nachweisen, daß auch innerhalb der Blutbahn nothwendig chemische Umsetzungen vorgehen müssen,

Bayerische Staatsbibliothek MÜNCHEN

und es somit wahrscheinlich machen, daß viele chemische Prozesse, welche wir in dem Körper beobachten, nicht allein in dem Parenchyme der Organe, während der Ernährung der Gebilde, sondern auch in dem kreisenden Blute selbst vor sich gehen. Man hat in der That nachgewiesen, daß milchsaure Alkalien, in die Venen eines Hundes eingespritzt, den Urin in kurzer Zeit alkalisch machen und darin als kohlensaures Salz nachweisbar sind.

Soviel ist ein für allemal nachgewiesen, daß den geträumten heimlichen Harnwegen, welche die alten Physiologen zum Uebergange der Flüssigkeiten aus dem Magen in die Nieren annahmen, keine Thatsache zum Grunde liegt. Man hatte den schnellen Uebergang verschiedener Stoffe in den Harn beobachtet, und da in der damaligen Zeit noch keine so deutlichen Begriffe über den Mechanismus des Blutlaufes und der Absonderung vorlagen, so hielt man es für unmöglich, daß in so kurzer Zeit die Stoffe im Magen und Darmkanal aufgesaugt, durch die Blutbahn hindurchgetrieben und in den Nieren abgesondert werden könnten. Man hielt deßhalb dafür, daß geheime Wege, Röhren und Gefäße direkt aus dem Magen in die Nieren führten, welche besonders Getränke aufnähmen und sie dort unmittelbar absetzten. Eine genauere Kenntniß des Blutlaufes, der Aufsaugung und Absonderung aber, so wie die anatomische Untersuchung haben gelehrt, daß dergleichen Wege nicht vorhanden seyen und daß alle Stoffe, welche vom Magen oder Darmkanal aufgesaugt werden, die Pfortaderzweige und die Lebercapillarien, das rechte Herz, die Lungen, das linke Herz und die Arterien bis zu den Nieren mit dem Blutstrome durchlaufen müssen, ehe sie in dem abgesonderten Harne erscheinen können.

Die Harnwerkzeuge sind nicht in der Art gebaut, daß man das Nierensekret unmittelbar bei seinem Erscheinen beobachten könnte. Der von den feinen Nierenröhrchen ausgeschiedene Urin sammelt sich in einem sackartigen Beutel, dem Nierenbecken, aus welchem eine ziemlich enge und lange Röhre in die Harnblase führt, innerhalb welcher der Urin sich sammelt

und nur von Zeit zu Zeit ausgeleert wird. Bestimmungen über das Erscheinen der Stoffe im Harn können deßhalb bei normaler Bildung der Harnwerkzeuge zu keinen Resultaten führen. Indeß hat man Fälle benutzt, wo bei mißgeborenen Kindern die Bauchdecken und die vordere Wand der Harnblase gespalten waren, so daß man die Oeffnungen der Harnleiter in die offene Blase unmittelbar beobachten konnte. Leicht lösliche Stoffe, welche ausgezeichnete Reaktionen darbieten, wie Blutlaugensalz, kann man schon wenige Minuten nach der Aufnahme durch den Mund im Harne auffinden; andere Substanzen erscheinen später, meist in 15—20 Minuten. Wie wir aber oben gesehen haben, macht das Blut in solchem Zeitraume der Umschwünge so viele, daß diese Schnelligkeit der Absonderung wohl begreiflich scheint.

Die Mechanik der Absonderungen überhaupt ist indeß bei weitem noch nicht so weit aufgeklärt, als es wünschbar wäre. Es erscheint zwar auf den ersten Blick sehr einfach, anzunehmen, daß die in den Drüsengängen enthaltenen Flüssigkeiten einfach aus den umspinnenden Capillargefäßen ausgeschwitzt sind, allein mit dieser Annahme sind noch nicht alle Erscheinungen hinreichend erklärt. Schon die Fortschaffung des Sekretes an sich erscheint aus den bis jetzt bekannten Thatsachen nicht ohne alles Räthselhafte. Erst in den Ausführungsgängen der größeren Drüsen, den Harnleitern, dem Gallengange ꝛc. können wir im Ring gelagerte unwillkürliche Muskelfasern nachweisen, und angestellte Versuche ergeben, daß dieselben wurmförmige Zusammenziehungen ausüben, wodurch das Sekret nach außen fortgeschafft wird. In den Drüsengängen selbst aber und namentlich in den für die Sekretion bei weitem wichtigern blinden Enden der Drüsengänge können keine solchen Zusammenziehungen und keine die Bewegung vermittelnde Kraft der Wände nachgewiesen werden. Man hat angenommen, daß die Fortschaffung des Sekretes dadurch geschehe, daß stets neue Flüssigkeit in den gefüllten Drüsengang abgesondert und so die vorhandene, nach vorn gegen die Oeffnung desselben hingeschoben und in dem Maße als noch ferner die Abscheidung fortdauere, auch entleert werde. Es ist möglich,

daß diese Fortschiebung durch stete Fortdauer des Absonderungsprozesses existire; allein es scheint mir, als habe man zu viel Gewicht darauf gelegt und ein anderes, meines Erachtens wichtigeres Moment außer Augen gelassen, nämlich die Capillarität der absondernden Drüsengänge. Alle absondernden Drüsengänge sind in der That so enge, daß sie wirkliche Haarröhren darstellen. Man weiß, wie bedeutend die Anziehungskraft zu Flüssigkeiten in diesen Capillarröhrchen ist, und daß dieselbe genügt um eine Flüssigkeit durch einen Capillarheber selbst über ihr Niveau herauszupumpen und auszuleeren. Meines Erachtens sind die Drüsengänge gleichsam als solche Capillarheber zu betrachten, deren eines Ende in die Blutflüssigkeit taucht, während das andere sich frei nach außen öffnet, und die Bewegung der Flüssigkeiten darin muß somit nach den für alle Capillarröhren geltenden Gesetzen vor sich gehen.

Es fragt sich nun noch, welcher Natur eigentlich der chemische Prozeß sey, der das Produkt der Absonderung liefert. Es stehen hier zwei Meinungen gegenüber, welche beide gewichtige Gründe für sich aufzuweisen haben. Nach Einigen sind die Drüsen einfache Filtrirmaschinen, bestimmt, die Absonderungsprodukte, welche schon im Blute vorgebildet sind, an sich zu ziehen und nach außen fortzuschaffen; nach Andern sind sie wirklich selbstthätig in Bereitung des Produktes, sie erhalten die Stoffe, deren sie benöthigt sind, vom Blute und durch eine zersetzende oder bildende Kraft bereiten sie daraus die chemischen Verbindungen, welche wir in den Sekretionen finden. Betrachtet man die Frage als nur für die Funktion der Drüse selbst gestellt, so käme es dabei nur auf das Mehr oder Minder an. Denn auch die Anhänger der Filtrirtheorie müssen eine spezifische Anziehungskraft der Drüse annehmen, wodurch in der einen Harnstoff, in einer zweiten Speichelstoff, in einer dritten Gallenstoff aus dem Blute angezogen werden und eine solche spezifische Anziehungskraft braucht nur einigermaßen stärker zu werden, um wirklich chemisch zersetzend und umbildend aufzutreten. Wir haben in der unorganischen Chemie schon eine große Menge von

Beispielen solcher Verwandtschaften zu Verbindungen, deren Elemente zwar vorhanden, welche aber erst durch eine gewisse Umbildung erzeugt werden sollen, und in der organischen Chemie treten diese Verwandtschaften eben so häufig auf. Holz z. B. besteht aus Kohle, Wasserstoff und Sauerstoff und zwar diese letzteren in dem Verhältnisse, daß sie mit einander Wasser bilden. Die concentrirte Schwefelsäure hat eine ungemeine Verwandtschaft zum Wasser. Sobald Holz und Schwefelsäure zusammenkommen, so wird ersteres zersetzt, sein Wasserstoff und Sauerstoff treten zusammen um Wasser zu bilden und die Kohle bleibt zurück; das Holz verkohlt sich. Chlorcalcium verbindet sich ebenfalls sehr begierig mit Wasser; allein mit Holz zusammengebracht, übt es keine zersetzende Wirkung auf das letztere aus; seine Verwandtschaft zum Wasser ist nicht so stark, um eine Bildung dieses Stoffes auf Kosten des Holzes zu veranlassen, während er das schon gebildete Wasser gierig anziehen würde. Man sieht, es ist nur die Quantität, das Maß der anziehenden Kräfte, welches hier den Ausschlag gibt, und ganz so verhalten sich auch die verschiedenen Eigenschaften, welche nach den oben angeführten Ansichten den Drüsen zugeschrieben werden. Eine spezifische Anziehungskraft für gewisse Stoffe muß den Drüsengeweben zugeschrieben werden; in höherem Maße gedacht, wird sie selbstthätig bildend, in niederem Grade wirkt sie nur filtrirend und abscheidend. Existirte diese spezifische Anziehung nicht, so müßten die Sekrete aller Drüsen gleiche Zusammensetzung haben, sie müßten einfach aus durchgeschwitztem Blutwasser bestehen. Die eigenthümliche Natur einer jeden Absonderung kann nur von verschiedenen, den einzelnen Drüsengeweben angehörenden, anziehenden Kräften bedingt werden und es steht wahrscheinlich der Umstand damit in Verbindung, daß auch eine jede Drüse einen ihr eigenthümlich zukommenden Bau hat. Man hat freilich oft gesagt, die anatomische Conformation der Drüse habe keinen Einfluß auf die Natur des Absonderungsproduktes; man hat sich hier namentlich auf die so mannigfaltig wechselnden Formen der Drüsen und ihrer absondernden Kanäle in der Thierreihe berufen. Allein

wenn es auch wahr ist, daß die Leber eines Krebses mit ihren feinen unabhängigen Röhren der körnigen, compakten Leber eines Säugethieres nicht ähnlich ist, so muß auch anderseits bedacht werden, daß eben Krebsgalle und Ochsengalle einander auch nicht sehr ähnlich sehen und daß sicher die Zusammensetzung dieser beiden Flüssigkeiten eben so verschieden ist, als ihre Farbe. Wir finden als durchgreifendes Gesetz in der Physiologie, daß Form und Funktion einander wechseitig bedingen, daß identisch gebaute Organe gleiche Funktionen, verschieden wirkende auch unähnlichen Bau haben; dies Gesetz gilt auch für die Drüsen. Daß diese Unterschiede des Baues oft in den kleinsten Einzelnheiten gesucht werden müssen, geht aus der Natur der Sache hervor.

Für die Meinung, welche man von dem Absonderungsprozesse in den Drüsen an sich hegt, könnte es demnach ziemlich gleichgültig seyn, ob wir die der Drüse einwohnende Kraft in größerer oder geringerer Potenz wirkend annehmen. Für den Ernährungsprozeß im Allgemeinen aber muß die scharfe Entscheidung dieser Frage von der höchsten Wichtigkeit seyn; denn wenn es wahr ist, daß die Absonderungsprodukte schon im Blute vorgebildet enthalten sind, so können sie auch nur durch den Umsatz der Organe erzeugt worden seyn und müssen demnach eine nothwendige Folge der Metamorphose der Gebilde seyn. Dafür sprechen denn auch viele der bis jetzt durch die analytische Chemie gelieferten Thatsachen. Man weiß, daß die Blutmasse normal eine gewisse Quantität der eigenthümlichen, in den Absonderungsprodukten vorkommenden Stoffe mit sich führt; wir finden den Harnstoff, den Gallenfarbstoff normal in der Blutflüssigkeit und von ersterem weiß man mit Sicherheit, daß seine Menge darin zunimmt, sobald man die Nieren ausschneidet. Man weiß, daß Galle und Harnstoff an andern Orten des Körpers abgelagert werden, sobald ihre betreffenden Drüsen durch krankhafte Verhältnisse ganz oder theilweise unbrauchbar werden; es kann demnach nicht geläugnet werden, daß die genannten spezifischen Absonderungsprodukte nicht in ihren betreffenden Drüsen bereitet, sondern ihnen wenigstens schon fertig gebildet vom Blute geboten werden.

Auf den ersten Anblick scheint dieser Schluß freilich unumstößlich; allein es fragt sich, ob er auch allgemein gültig sey, und die Meinung der Physiologen scheint jetzt so ziemlich sich dahin fixirt zu haben, daß er dies nicht sey und daß das Absonderungsprodukt theilweise schon im Blute fertig gebildet sey, theilweise erst in der Drüse bereitet werde. Man stützt sich bei Verfechtung dieser Ansicht namentlich auf den Umstand, daß nach Entfernung der Nieren z. B. die Menge des Harnstoffes im Blute bei weitem geringer sey, als sie seyn müßte, wenn aller Harnstoff im Blute angehäuft sich fände, welcher in derselben Zeit im normalen Zustande wäre ausgeleert worden. Man fand 10 Tage nach der Exstirpation der Nieren bei einem Hunde in 3 Pfund Blut nur 4,88 Gran Harnstoff. Gesetzt, der Hund habe 12 Pfund Blut gehabt, was gewiß ein viel zu hoher Anschlag ist, so würden immerhin in der ganzen Blutmasse nur 19,52 Gran Harnstoff enthalten gewesen seyn. Daß dies offenbar für eine zehntägige Harnsekretion viel zu wenig ist, daß der Hund in gesundem Zustande wenigstens die sechsfache Menge Harnstoff in derselben Zeit ausgeschieden haben würde, ist leicht einzusehen. Allein aus dieser Thatsache den Schluß ziehen zu wollen, daß die Nieren die fehlende Menge Harnstoff während des normalen Zustandes würden gebildet haben, dies halte ich für fehlerhaft. Denn die Exstirpation der Nieren ist ein unfehlbar tödtlicher Eingriff und die Operation an sich schon eine gefährliche Verwundung. Das so behandelte Thier kommt entsetzlich herunter, und wenn man es gar noch nach der Operation der Nahrung beraubt, so ist die ganze Lebensthätigkeit auf ein Minimum beschränkt. Daß die Ernährung und Metamorphose der Gebilde nicht wie im normalen Zustande fortgehen, beweist auch schon der unausbleiblich erfolgende Tod. Die Ursache der geringern Bildung von Harnstoff braucht demnach nicht in den fehlenden Nieren gesucht zu werden, sie kann eben so gut in dem fehlerhaft stattfindenden Stoffwechsel liegen. Ich weiß wohl, man hat mit solchen Erklärungen der mangelnden Metamorphose und des fehlerhaften Stoffwechsels viel Unfug getrieben und man

war damit gar manchmal schnell bei der Hand, um sich einer unbequemen Thatsache zu entledigen. Allein daß der Tod nach Exstirpation der Nieren eine Folge der krankhaften Ernährungserscheinungen ist, dies gerade ist eine Thatsache, und daß die Harnstoffbildung mangelhaft werden muß, wenn ihre Ursache, die Ernährung und der dadurch bedingte Umsatz der Gebilde mangelhaft ist, dies kann nicht in Zweifel gezogen werden.

Es scheint mir, als dürften hier noch andere analoge Verhältnisse mit zu Rathe gezogen werden. Die Lungen sind offenbar ebenfalls Drüsen, deren Sekret sich nur dadurch von denen der übrigen Absonderungsorgane unterscheidet, daß es gasförmig ist. Wir haben oben gesehen, daß dieses gasförmige Produkt, die Kohlensäure, schon in dem Blute vorgebildet enthalten ist, daß sie nicht, wie man früher glaubte, in den Lungen entsteht, sondern einfach darin abfiltrirt wird. Die Kohlensäure findet sich in dem venösen Blute; sie ist darin als Zersetzungsprodukt der thierischen Gebilde; sie stammt von der Metamorphose des Muskelfleisches, des Fettes, der übrigen Substanzen des thierischen Körpers. Wenn man ein Thier in reinem Stickgase athmen und darin zu Grunde gehen läßt, so haucht es gegen das Ende seines Lebens weniger Kohlensäure aus als im Anfange und das Maß der im Stickgas ausgehauchten Kohlensäure ist gewiß weit geringer, als das während eines gleichen Zeitraums in atmosphärischer Luft ausgehauchte. Es wird wohl Niemanden einfallen wollen, zu sagen, die fehlende Menge Kohlensäure werde in normalen Verhältnissen durch die Lungen gebildet; Jedermann wird den Grund dieses Mangels in dem fehlerhaften Umsatze der Theile finden. Sollen für die Nieren, wo dieselben faktischen Anhaltspunkte gegeben sind, andere Schlußfolgen bedingt seyn? —

Fassen wir indeß die als Thatsache feststehende Entstehung der Kohlensäure aus dem Umsatze der Gebilde näher ins Auge, so kommen wir sogar zu dem Schlusse, daß durch ihre Bildung nothwendig auch die des Harnstoffes oder eines ähnlichen, sehr stickstoffreichen Körpers gegeben seyn müsse. Die meisten Bestandtheile unseres Körpers, wie Muskelfleisch, Sehnensubstanz u. s. w.

enthalten alle eine ziemlich bedeutende Menge Stickstoff und nur die Fettarten, die aber auch zu den in wandelbarer Menge angehäuften Substanzen des Körpers gehören, entbehren des Stickstoffes. Wird nun durch die Zersetzung dieser stickstoffhaltigen Substanzen ein Theil ihres Kohlenstoffes in Kohlensäure verwandelt, so muß nothwendig ein Körper überbleiben, der an Stickstoff weit reicher ist als das zersetzte Muskelfleisch, und ein solcher Körper ist uns in dem Harnstoffe gegeben. Hundert Gewichttheile Muskelfleisch enthalten nur 15,72 Theile Stickstoff, während in hundert Theilen Harnstoff 46,78 Gewichttheile Stickstoff enthalten sind. Wenn aber durch die Bildung der Kohlensäure aus Muskelfleisch somit die Entstehung eines stickstoffreichen Körpers nothwendig bedingt ist, wenn die Gegenwart eines solchen, des Harnstoffes, im Blute und im Sekrete der Nieren erwiesen ist, so scheint mir, als könne man über seinen Ursprung nicht länger zweifelhaft seyn. Daß die im Blute enthaltene Menge so äußerst gering ist, daß sie bei den gewöhnlichen Analysen ganz der Beobachtung sich entzieht, dies darf nicht befremden, denn es läßt sich durch eine leichte Rechnung nachweisen, daß das Blut nur 0,2 Prozent seines Gewichtes Harnstoff zu enthalten braucht, um allen Harnstoff bei sich aufgelöst zu haben, der in 24 Stunden abgesondert wird. Da aber der Umsatz der Gebilde stetig fortgeht und das Blut in beständigem Kreislaufe begriffen ist, mithin sich stets seines Harnstoffes in den Nieren entladen und neuen aus den Gebilden aufnehmen kann; da das Blut ferner in 24 Stunden wenigstens 720 mal im Körper umläuft, so ist leicht zu berechnen, daß es bei jedem Umlaufe nur 0,00025 Prozente Harnstoff aufzunehmen, und eben so viel in den Nieren abzusetzen braucht, um die täglich secernirte Harnstoffmenge zu liefern. Ein sich stets erneuernder Gehalt von 0,00025 Prozent Harnstoff im Blute würde demnach zum normalen Harnstoffverbrauch hinreichen. Solche kleine Mengen aber verschwinden nothwendig bei der Analyse und höchstens Stoffe mit so ausgezeichneten Reaktionen, wie der Harnstoff, lassen sich noch in so geringen Quantitäten erkennen.

Es fehlt indeß nicht ganz an direkten Versuchen, welche für die Thätigkeit der Drüsen als Filtrirmaschinen zu sprechen scheinen. Der Magen hat bekanntlich ein ganz eigenthümliches Sekret, den Magensaft, der von den unendlich vielen Drüschen geliefert wird, die in der Dicke seiner Schleimhaut eingebettet liegen. Sobald Nahrungsmittel in den Magen kommen, so röthet sich die Schleimhaut von größerem Blutandrange; während sie vorher bleich und schlaff war, turgescirt sie jetzt und überall bricht aus den Drüsenöffnungen der saure Magensaft in Tröpfchen hervor und lagert sich wie ein Thau auf der inneren Fläche ab. Dieselben Erscheinungen lassen sich beobachten, wenn man unmittelbar nach dem Tode des Thieres, welches zu dem Versuche dient, warmes Blut in die Magengefäße spritzt. Die Sekretion hat dabei ihren Fortgang, wie wenn das Thier noch lebte und es ist leicht, nachzuweisen, daß der sich bildende Magensaft nicht in den Drüsen vorhanden war, sondern erst aus dem eingespritzten Blute abgeschieden wird. Wenn man nämlich ein leicht zu erkennendes Salz dem Blute, welches man injicirt, beimischt, so findet sich dieses sogleich in dem abgeschiedenen Magensafte wieder. Ich weiß wohl, daß man diesen Versuchen den Vorwurf machen könnte, sie wären nicht entscheidend, indem das eingespritzte Blut eben so gut nur als Reiz dienen könne, welcher die bildende Thätigkeit der Magendrüsen noch nach dem Tode anspornе; allein wie man auch die Sache ansehen möge, so helfen doch die zuletzt angeführten Thatsachen mit zur Construirung eines Beweises, den sie allein nicht liefern können.

Meines Erachtens steht demnach der Satz fest, daß die Sekrete der Drüsen im Blute vorgebildet sind und daß die Drüsen selbst nur Filtrirapparate sind, mit eigenthümlicher Anziehungskraft für ihre spezifischen Absonderungsstoffe begabt. Wenigstens steht der Satz für diejenigen Drüsen fest, welche aus dem arteriellen Blute gespeist werden, d. h. aus Blut, welches, aus den Körperorganen kommend, sich seiner Kohlensäure schon in den Lungen entladen hat, denn all dies aus dem Körper zurückströmende, mit den Zersetzungsprodukten geschwängerte Blut

hat auf seiner Bahn durch die Venen, das rechte Herz, die Lungen und das Arterienherz nirgends Organe angetroffen, in welchen es andere feste oder flüssige Stoffe hätte aufnehmen können, als die durch Zersetzung der Körpersubstanz selbst dargebotenen. Anders verhält es sich wahrscheinlich mit einer, auch wie schon erwähnt in anatomischer Hinsicht exceptionellen Drüse, der Leber. Sicherlich beruht die bekannte Anordnung, daß alles vom Darmkanale zurückkehrende Blut sich in der Pfortader sammelt und ehe es in das venöse Herz eintritt, erst in den Capillargefäßen der Leber kreist, auf einem tiefen Grunde. Die Venen des Darms nehmen eine große Menge von Stoffen aus den verdauten Nahrungsmitteln auf und bringen diese in den Blutkreislauf; daß diese Stoffe erst durch die Leber passiren müssen, zeigt darauf hin, daß sie ebenfalls in Beziehung zu der Gallensekretion stehen, daß sie zu der Gallenbereitung mit thätig sind. Ob diese theilweise Bereitung der Gallenstoffe aus den durch die Verdauung aufgenommenen Stoffen in der Darmschleimhaut oder im Inneren der Drüse vor sich gehe, darüber kann noch kein Aufschluß gegeben werden, da eine genaue Analyse des Pfortaderblutes bis jetzt noch fehlt; doch scheint mit mehr Wahrscheinlichkeit aus der so sonderbaren Anordnung der Capillargefäße und der Gallenkanäle der Leber und ihrer wechselseitigen innigen Durchstrickung geschlossen werden zu können, daß das Sekret theilweise in der Leber selbst gebildet wird. Daß nicht alle Galle von den fremden Stoffen, sondern einige auch vom Umsatze der Gebilde herrührt, beweist der Umstand, daß auch der Fötus, der doch keine fremden Stoffe aufnimmt, Galle in geringer Menge absondert. Jedenfalls ist das Verhältniß der Leber noch der dunkelste Punkt in der Physiologie der Drüsen; die Rolle, welche die Galle in der Verdauung spielt, ist noch gänzlich unbekannt, ihre Zusammensetzung bei weitem noch nicht aufgeklärt, und wenn es wahr ist, daß nur der kleinste Theil der abgesonderten Galle mit den Excrementen entfernt wird, die größere Menge aber in dem Darme wieder aufgesogen wird, so würde dies auf noch fernere exceptionelle Verhältnisse führen.

Denn diese Aufsaugung im Darme kann nur durch die Venen geschehen und alle Darmvenen sammeln sich in der Pfortader, um sich in der Leber zu verzweigen. Es wäre somit ein wahrer Gallenkreislauf gegeben, in dem die in der Drüse abgesonderte Galle in den Darm ergossen, dort aufgesogen und durch die Pfortader in die Leber zurückgebracht würde, um in dieser von neuem abgeschieden zu werden.

Der eigenthümliche und in vieler Beziehung ganz von den übrigen Drüsen abweichende Bau der Leber hat zu einer Ansicht über den Sekretionsprozeß Veranlassung gegeben, die ich hier um so mehr zum Schlusse berühren muß, als sie täglich an Anhängern zu gewinnen scheint. Man findet nämlich in der Lebersubstanz außer den Blutgefäßen nur eine Menge platter Zellen von meist eckiger Gestalt, die einen Kern und eine Flüssigkeit enthalten, in welcher kleine gelbe Körper schwimmen. Dieselben gelblichen Körper, wahrscheinlich Kügelchen von Gallenfarbstoff, finden sich auch frei in der Galle wieder. In allen übrigen Drüsen findet man in den absondernden Drüsengängen ein inneres Epithelium, gebildet aus mehreren über einander liegenden Schichten von Zellen, welche zuweilen, wie die Zellen der Oberhaut, abgestoßen werden und sich in dem Sekrete finden. Man hat nun, auf diese Thatsachen gestützt, die Ansicht geäußert, die in den Drüsen eigentlich thätigen Elemente seyen eben diese Zellen, sie bereiteten das Sekret aus der Blutflüssigkeit und entleerten es hernach in den Drüsengang, indem sie platzten und so ihren Inhalt ergößen. Dieser Vorgang kann durchaus in der Natur begründet seyn; allein man geht nun in der Verfolgung des gewonnenen Satzes zu weit, indem man darauf die Behauptung stützt, die Drüsenzellen müßten in ihrem Innern erst die eigenthümlichen Auswurfsstoffe bilden, welche die einzelnen Absonderungen charakterisiren. Wir haben eben nachgewiesen, daß auch die Ansicht, welche die Drüsen nur als einfache Filtrirapparate ansieht, deren Zweck die Abscheidung der im Blute schon enthaltenen Auswurfsstoffe ist, daß auch diese Ansicht nothwendig der Drüsensubstanz eine spezifische Anziehungskraft für

diesen oder jenen Stoff vindiciren müsse. Ist es wunderbar, daß dieselbe an bestimmte Organe gebunden ist? Kann es auffallen, daß die eigenthümlich gebauten Zellen der Nieren nur stickstoffreiche Substanzen, die der Leber nur kohlenstoffreiche anziehen? Der Chemismus der Sekretion bleibt derselbe, mag er nun an die Wandungen der Drüsengänge oder an die spezifischen Zellen der Drüsen selbst gebunden seyn, der Prozeß an sich leidet dadurch keine Veränderung. Die Verschiedenheit des Baues dieser eigenthümlichen Zellen in den verschiedenen Drüsen beweist aber aufs Neue die Wahrheit unseres oben aufgestellten Satzes, daß verschiedener anatomischer Bau und verschiedene Funktion einander wechselseitig bedingen.

Siebenter Brief.

Die Auffaugung.

Alle Gewebe unseres Körpers, so fest oder trocken sie auch erscheinen mögen, sind dennoch beständig von Flüssigkeit durchtränkt. Die Wandungen der Gefäße, innerhalb welcher das Blut und die Lymphe unseres Körpers sich bewegen, sind durchdringlich für wässrige Stoffe und daß diese Durchdringung beständig Statt finde, dies lehrt die tägliche Erfahrung. In diesem so äußerst einfachen Verhältnisse aber ist der ganze Prozeß der Ernährung, der Absonderung, der Aufsaugung begründet; denn alle Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Substanzen und Geweben des Körpers geschehen nicht unmittelbar, sondern werden durch feuchte Membranen vermittelt. Die Blutbahn ist überall in sich abgeschlossen; nirgends existirt eine offene Mündung eines Gefäßes; die Lymph- uud Chylusgefäße sind ebenfalls von allen Seiten geschlossene Röhren; der Verdauungskanal ist nur nach außen, nirgends in die Gewebe des Körpers geöffnet; die absondernden Kanäle befinden sich in demselben Falle, sie stehen nur mit der äußeren Oberfläche, nicht aber mit den Blutgefäßen, aus welchen sie ihr Sekret ziehen, in unmittelbarem Zusammenhange. Der Uebergang von Stoffen aus dem Darmkanale in das Blut oder die Lymphe und aus der Blutbahn in die absondernden Organe, mit einem Worte, der ganze vegetative Lebensprozeß wäre demnach eine reine Unmöglichkeit, wenn nicht alle diese Röhren, Kanäle und Flächen in solcher Art gewebt wären, daß Flüssigkeiten durch sie hindurchdringen und der Stoffwechsel auf diese Weise vor sich gehen könnte.

Die thierischen Häute sind alle, mit wenigen Ausnahmen, aus Fasern gewebt, zwischen welchen Blutgefäße, Nervenfäden und Lymphgefäße in mancherlei Maschennetzen sich durchschlingen. Die Zwischenräume, welche das Gewebe bildet, bieten den hauptsächlichsten Hebel der Austauschungen dar, welche in dem Innern des Parenchymes vor sich gehen. Sobald nämlich eine thierische Haut auf beiden Seiten mit Flüssigkeiten in Berührung kommt, die unter sich irgend eine Verschiedenheit bieten, mag diese Verschiedenheit nun qualitativ oder quantitativ seyn, so geschieht ein Austausch der Bestandtheile zwischen beiden Flüssigkeiten, der durch das Gewebe der Haut selbst vermittelt wird und so lange anhält, bis das Gleichgewicht auf beiden Seiten hergestellt ist. Man hat diese Erscheinung Endosmose genannt; leider ist sie noch nicht von allen Seiten so beleuchtet, wie sie es verdiente, und es thäte bei dem jetzigen Zustande der Wissenschaft wahrlich Noth, daß einmal ein geschickter Anatom und ein gewiegter Physiker sich vereinigten, um dieses organische Grundphänomen, ohne welches das vegetative Leben undenkbar ist, umfassend nach allen Richtungen hin zu untersuchen. Die Erscheinung beruht freilich nicht auf einer speziellen Eigenschaft der organischen Gewebe; sie ist auch in unorganischen porösen Substanzen sichtbar und demnach einzig eine nothwendige Folge der Porosität selbst; sie ist aber nichts desto weniger außerordentlich wichtig für den Fortbestand des organischen Lebens. Es ist indeß überhaupt, wenn ich mich nicht täusche, in der Eigenthümlichkeit des organischen Lebens begründet, daß es nicht durchaus neue Grundkräfte in sich entwickelt, sondern nur die in der unorganischen Natur auch vorhandenen auf spezielle Weise benutzt und verwendet.

Die Erscheinung der Endosmose an sich ist ungemein leicht zu beobachten. Man braucht zu diesem Ende nur ein Stück von dem Darme eines Thieres an beiden Enden zuzubinden, nachdem man es schlaff mit Weingeist gefüllt hat und es dann in ein Gefäß mit Wasser legen. Bald schwillt das Darmstück an, es füllt sich vollständig und wenn man, ehe es durch

übermäßige Anfüllung platzt, die darin angehäufte Flüssigkeit untersucht, so findet man, daß sie aus wässrigem Weingeiste besteht. Das Wasser ist mithin von außen her durch die Darmhäute in die innere Höhle gedrungen und hat sich mit dem darin befindlichen Weingeiste gemischt; allein das Wasser in der Schüssel bietet einen schwachen alkoholischen Geschmack dar und es ergibt sich, daß auch einiger Weingeist nach außen gedrungen und sich mit dem Wasser gemischt hat. Es ist mithin durch die Darmhaut ein wirklicher Austausch zwischen den beiden Flüssigkeiten vermittelt worden, wodurch eine jede derselben Bestandtheile von der andern erhalten hat; nur mit dem Unterschiede, daß die eine mehr, die andere weniger empfieng und ein einseitiges Uebergewicht Statt hat. Man hat deßhalb nicht mit Unrecht die Endosmose eine Einsaugung mit doppelter Strömung genannt, wobei meist der eine Strom mächtiger ist als der andere.

Die hauptsächlichste Bedingung, welche zur Existenz einer solchen doppelten Strömung nöthig ist, betrifft die chemischen Eigenschaften der Flüssigkeiten, welche man mit der Membran in Berührung bringt. Es ist leicht einzusehen, daß Stoffe, welche das Gewebe der Membran zerstören oder ihre Porosität durch Verbindung mit ihren Elementen aufheben, daß solche Stoffe auch unfähig sind, endosmotische Erscheinungen hervorzubringen. So kann z. B. eine Mineralsäure, wie etwa Schwefelsäure, in verdünnten Auflösungen endosmotisch durchgeführt werden, während sie in concentrirtem Zustande die Membran zerstört und keiner Endosmose fähig ist. Eine Vergiftung mit Nordhäuser Schwefelsäure, die bei dem Gebrauche der letzteren zu verschiedenen Gegenständen der häuslichen Oekonomie leider nicht selten vorkommt, tödtet nicht dadurch, daß, wie bei Opium oder einem andern Gifte dieser Art, der verderbliche Stoff in das Blut aufgenommen wird und von hieraus wirkt; sondern sie tödtet durch Zerstörung der Schleimhäute des Mundes und Magens und durch die brandige Entzündung, welche die nothwendige Folge einer solchen Zerstörung ist.

Ein zweiter wichtiger Grundsatz ist der, daß die Flüssigkeiten, welche endosmotisch durch eine Membran gehen sollen, mit der Flüssigkeit, welche diese Membran selbst tränkt, mischbar seyn müssen. Eine mit Wasser getränkte thierische Haut kann noch so lange mit Oel in Berührung stehen, es wird kein Tropfen der fettigen Flüssigkeit durch sie hindurchdringen, eben weil Oel und Wasser nicht mit einander mischbar sind; ebenso werden mit Oel und Fett getränkte Membranen wässrigen Flüssigkeiten keinen Durchgang gestatten. Es ist dieser Grundsatz, dessen Richtigkeit man durch mannigfache Versuche erhärtet hat, von der größten Bedeutung für die im Körper vorkommenden Erscheinungen der Stoffaufnahme. Alle Membranen des Körpers sind stets feucht und mit wässrigen Flüssigkeiten durchtränkt; flüssige Fette können deßhalb endosmotisch nicht durch dieselben hindurchdringen, es sey denn, daß sie in einen Zustand übergeführt wären, in welchem sie mit Wasser mischbar sind. Da aber nur die Verseifung der Fette ein Mittel bietet, sie in Wasser löslich zu machen, so müssen sie durch die Verdauung, während welcher sie unzweifelhaft von Lymph- und Blutgefäßen aufgenommen werden, in einen solchen verseiften Zustand übergeführt worden seyn. Auf der andern Seite gibt dies Gesetz Aufschluß über die Wirkung der so häufig angewandten Salben auf der äußeren Haut. Nur dann kann man hoffen, Arzneistoffe auf diese Weise endosmotisch durchzuführen, wenn man durch lange fortgesetztes Einreiben die Haut wirklich einölt, sie durch und durch mit Fett tränkt; bloßes Bestreichen einer Hautstelle mit fetten Salben ist eine durchaus unnütze Verschwendung.

Zur Herstellung einer endosmotischen Strömung genügt, wenn die beiden genannten Bedingungen erfüllt sind, eine jede Verschiedenheit zwischen den beiden Flüssigkeiten, mag dieselbe nun durch ihre Zusammensetzung oder ihre Dichtigkeit gegeben seyn. Auflösungen von chemisch verschiedenen Stoffen tauschen sich ebenso gut unter einander aus, als Auflösungen desselben Stoffes, welche einen verschiedenen Concentrationsgrad besitzen. Eine schwache Auflösung von Eiweiß auf der einen, eine starke

Lösung auf der andern Seite werden sich so lange mit einander austauschen, bis beide zu derselben Dichtigkeit gelangt sind, und zwar wird der Hauptstrom von der wässrigen Flüssigkeit gegen die concentrirte Statt haben. Es gibt diese Erscheinung den Schlüssel zu der schnellen Aufnahme wässriger Flüssigkeiten innerhalb des Darmkanales. Getränke verschwinden fast augenblicklich und nach einigen Augenblicken erscheinen sie, ausgeschieden aus dem Blutstrome, im Harne. Man kann nun aber füglich das Blut als eine Auflösung von Eiweiß und Faserstoff betrachten, als eine Flüssigkeit von einer Concentration, die weit bedeutender ist als die der meisten unserer Getränke. Sobald diese letzteren in dem Magen angelangt sind, so entsteht ein lebhafter endosmotischer Strom in die Blutgefäße und die Flüssigkeit wird so lange in den Kreislauf hinübergerissen, bis sie auf gleichem Dichtigkeitsgrade mit dem Blute steht. Die große Schnelligkeit, womit dieser ganze Vorgang sich vollendet, ist leicht erklärlich aus der ungemeinen Dünne und Zartheit der Membranen, durch welche der Austausch vor sich geht. Die Capillarien und die Lymphgefäße, welche ihre Netze in den Falten der Magenschleimhaut, in den Zotten des Darmes bilden, sind aus äußerst zarten Häuten gewebt, und die darüber gezogene Decke von Zellen, welche die äußerste Lage der Zotten bildet, ist ebenfalls nur dünn und sehr porös. Je feiner aber eine die Endosmose vermittelnde Haut ist, desto schneller geht der Austausch zwischen zweien, dieselbe berührenden Flüssigkeiten vor sich.

Versuche der neuesten Zeit haben nachgewiesen, daß auch der Bau der Häute einen wesentlichen Einfluß auf die Schnelligkeit des Austausches in gewisser Richtung habe. Der Hauptstrom geht, wie schon oben bemerkt wurde, bei Auflösungen derselben Substanz von verschiedenem Dichtigkeitsgrade von der schwächeren Lösung nach der concentrirteren hin. Man hat nun bemerkt, daß in jeder Membran eine gewisse Richtung vorherrscht, nach welcher hin die Endosmose schneller und leichter vor sich geht. So hat man beobachtet, daß bei Anwendung der äußeren

Haut der Austausch weit schneller und mit weit größerer Intensität vor sich geht, wenn die concentrirte Lösung auf der äußeren, die schwächere auf der inneren Seite sich findet, der Strom mithin von Innen nach Außen geht, als wenn der umgekehrte Fall eintritt; bei gewissen Schleimhäuten hat man bemerkt, daß der Strom leichter von Außen nach Innen geht. Es versprechen diese Versuche wenn sie weiter fortgesetzt werden, und ihr Prinzip sich bestätigt, wichtige Aufschlüsse über die Natur gewisser Häute und wenn nachgewiesen werden könnte, daß in allen absondernden Membranen der Strom leichter von Innen nach Außen, in allen aufsaugenden dagegen in umgekehrter Richtung vor sich geht, so würde dies ein unerwartetes Licht auf die Erscheinungen der Absonderung und der Aufsaugung werfen.

Betrachten wir den Darmkanal im Großen, so erscheint er als ein enges, in die Länge gezogenes Rohr, auf dessen innerer Oberfläche ein außerordentlicher Reichthum von Capillargefäßnetzen, so wie von Lymphgefäßen sich entwickelt hat. Das zu dem Darmkanale strömende Blut wird durch mehre Zweige der großen Körperschlagader, der Aorta geliefert; das von dem Darme zurückströmende Blut tritt in der Pfortader zu einem Stamme zusammen, um sich dann wieder in dem Haargefäßnetz der Leber zu verzweigen. Die Lymphgefäße, deren Endigungen bei weitem noch nicht so genau dargestellt sind, als wünschbar wäre, die aber unter allen Umständen jedenfalls auch überall geschlossene Röhren darstellen, treten in einzelne Stämme zusammen, welche in den Lymphdrüsen des Gekröses sich knäuelartig verwickeln dann aber ihren Weg nach dem Milchbrustgange fortsetzen, der sich in die linke Schlüsselbeinvene ergießt.[1] Alle diese Gefäße

[1] Die Lymphdrüsen, welche an verschiedenen Stellen des Körpers vorkommen, sind keine absondernden Organe; sie haben keine Ausführungsgänge, wie die ächten Drüsen, wodurch ein Sekret abgeführt würde. Es wäre zu wünschen daß man jetzt, wo man den unendlichen Unterschied in dem Baue der wirklichen absondernden Drüsen und der sogenannten Gefäßdrüsen kennt, den Namen „Drüsen" für die letzteren ganz verbannen und einen anderen in Gebrauch bringen könnte, welcher nicht zu täglicher Verwirrung Anlaß gäbe.

enthalten beständig Flüssigkeit; — die einen Blut, die andern Milchsaft; ihre Wände sind aus feinen Häuten gewebt und demnach beständig von Flüssigkeit durchdrungen; die Schleimhaut des Darmkanals ist ebenfalls jederzeit mit Flüssigkeit getränkt; es muß also nothwendig ein steter Austausch von Stoffen zwischen den Blut- und Lymphgefäßen einerseits und dem Darmkanale anderseits Statt haben. Auf diese Weise kann man schon von vorne herein, nur aus der Kenntniß der anatomischen Anordnung des Ganzen, den Schluß ziehen, daß den im Darmkanal von Außen her aufgenommenen Stoffen zwei Wege gegeben sind, um in die Blutbahn und zwar in das venöse Blut zu gelangen; ein direkter durch die Lymphgefäße, wo die Substanzen kein absonderndes Organ mehr durchlaufen und unmittelbar in die Vene ergossen werden und ein längerer durch die Capillargefäße, welche erst als Pfortader in dem absondernden Organe der Leber sich verzweigen, ehe sie in die Hohlvene einmünden. Man hat den letzteren lange Zeit hindurch alles und jedes Auffaugungsvermögen abgesprochen und dasselbe lediglich den Lymphgefäßen vindicirt; — Andere haben, durch die große Schnelligkeit, womit Stoffe in das Blut übergehen, überrascht, den Capillargefäßen und den Venen einzig und allein die Funktion der Auffaugung zugesprochen und die Lymphgefäße als eine Art Luxusartikel in der thierischen Oekonomie betrachten wollen; — die Wahrheit liegt auch hier, wie so oft, in der Mitte und es handelt sich nur darum, jedem dieser Gefäße die ihm zugehörige Rolle in der für die Existenz des Organismus so wichtigen Funktion der Auffaugung nachzuweisen.

Die Lymphgefäße der höheren Thiere besitzen keinen solchen bewegenden Mechanismus wie das Blutgefäßsystem; es existirt kein Herz in der ganzen Ausbreitung der Lymphgefäße, wodurch der Inhalt nach einer gewissen Richtung hin getrieben werden könnte. Bei den niederen Thieren verhält sich dies anders; die Fische, die Amphibien, die Vögel besitzen contractile Lymphherzen, durch welche die Lymphe in die Venen übergetrieben werden kann. Bei den Säugethieren und dem Menschen fehlt

ein solcher Apparat gänzlich; es müssen also hier andere bewegende Ursachen der Lymphe und des Milchsaftes aufgesucht werden. An der Thatsache des Strömens dieser Flüssigkeiten innerhalb der Lymphgefäße nach dem Milchbrustgange und der linken Schlüsselbeinvene hin kann nicht gezweifelt werden, und es ist leicht, sie in einem Versuche zur Anschauung zu bringen. Schon die Richtung der im Innern der Lymphgefäße angebrachten Klappen deutet darauf hin. Man kann die Lymphgefäße nicht vom Stamme aus gegen die Aeste hin einspritzen, wie etwa die Arterien; die im Innern befindlichen Klappen stellen sich sogleich auf und verwehren der Flüssigkeit den Durchgang. Oeffnet man bei einem jungen, säugenden Thiere den Unterleib und breitet das Gekröse aus, um die Milchgefäße, welche vom Darme herkommen, in ihrer ganzen Ausdehnung überschauen zu können, so zeigen sich diese Lymphgefäße strotzend mit einem milchweißen Chylus erfüllt. Legt man einen Faden um eines derselben, so füllt sich die Strecke des Milchgefäßes zwischen dem Faden und dem Darme bis zum Bersten an und bei einem Einstiche in das Gefäß spritzt der Inhalt im Bogen hervor, während von dem Faden weg nach dem Milchbrustgange hin das Gefäß sich nach der Unterbindung entleert hat. Derselbe einfache Versuch bringt aber noch eine andere Eigenthümlichkeit der Lymphgefäße zur Anschauung, die nicht ohne Resultat für die Auffassung der in ihnen herrschenden Bewegung bleibt. Die Milchgefäße füllen und entleeren sich nämlich abwechselnd, wenn man sie in dem Gekröse eines lebenden Thieres betrachtet und die darin enthaltene Flüssigkeit schiebt sich dadurch stets weiter und weiter vom Darme weg. Spürt man nun dem Rhythmus dieser abwechselnden Füllungen und Entleerungen nach, so ergibt sich bald, daß derselbe mit den wurmförmigen, peristaltischen Bewegungen des Darmes in einem gewissen Zusammenhange steht. Einer jeden Zusammenziehung einer Darmstelle folgt die Anfüllung des Lymphgefäßes und eine beschleunigte Bewegung des darin enthaltenen Milchsaftes; der Erschlaffung des Darmes folgt das Zusammensinken des Lymphgefäßes, das sich entleert, in sich zusammenfällt und

enger in seinem Lumen wird, als es bei der Anfüllung im ausgedehnten Zustande war.

Es scheint, als ob dieses Phänomen, das sehr leicht bei jungen, säugenden Thieren zu beobachten ist, den Schlüssel zu der Ursache der Lymphbewegung geben könne. In der That werden auch nur in solchen Organen Lymphgefäße beobachtet, welche entweder selbstständig durch Zusammenziehung ihr Volumen ändern können, oder aber so von muskulösen Theilen umgeben sind, daß sie stets abwechselndem Drucke ausgesetzt werden können. In den Knochen, in welchen kein solches Verhältniß Statt haben kann, sind auch bis jetzt noch keine Lymphgefäße nachgewiesen worden. Es sind demnach großentheils die Muskularbewegungen anderer, umliegender Gebilde, welche den Grund zur Bewegung der Lymphe und zur Fortschaffung dieser Flüssigkeit in sich enthalten. Die Lymphgefäße verhalten sich etwa, wie die Capillarröhren eines Badeschwammes, welchen man mit dem einen Ende ins Wasser taucht. Die Röhren saugen sich voll Wasser, das beim Zusammendrücken des Schwammes wieder hervorquillt; beim Nachlassen des Drucks wird sogleich wieder Wasser nachgesaugt. Bei den Lymphgefäßen findet nur der Unterschied Statt, daß hier durch den Bau und die Vereinigung der Kanäle dem Ausflusse eine bestimmte Richtung gegeben ist. Ein durch endosmotische Strömung an seinem peripherischen Ende angefülltes Lymphgefäß wird daselbst zusammengedrückt; die darin enthaltene Flüssigkeit wird durch diesen Druck nach dem Stamme hin fortgeschoben. Läßt der Druck nach, so kann, der Klappen wegen, die Flüssigkeit nicht zurück strömen; sie sammelt sich hinter den Klappen an. Unterdeß füllt sich der entleerte Theil des Lymphgefäßes von Neuem und bei erneuertem Drucke wird die frisch aufgesaugte Flüssigkeit auch wieder weiter geschoben. Der Mechanismus der Lymphgefäße ist demnach einer Saugpumpe mit elastischen Röhren zu vergleichen, wo aber der hebende Zug des leeren Raumes durch einen aktiven auf die Röhren selbst wirkenden Druck ersetzt ist.

Eine Menge alltäglicher und Jedermann bekannter Erschei-

nungen zeigen den Einfluß der Muskelzusammenziehungen auf die Bewegung der Lymphe. Bei längerem Sitzen zu Pferde oder im Wagen schwellen die Beine wassersüchtig an durch Erguß von Flüssigkeit in das Zellgewebe. Aktive Bewegung der Glieder, Gehen zu Fuße ist das beste Mittel, um diese Anschwellung verschwinden zu machen, denn sie ist einzig und allein Folge der Bewegungslosigkeit, in welcher die Beine längere Zeit hindurch erhalten wurden. Das aus den Blutgefäßen in das Gewebe ausgeschwitzte Blutwasser, welches bei gewöhnlicher Bewegung von den Lymphgefäßen aufgesaugt und weggeschafft wird, sammelt sich jetzt in dem Gewebe an, da in Folge der Unthätigkeit der Muskeln die Bewegung in den Lymphgefäßen stockt — daher die wassersüchtige Anschwellung und ihre Heilung bei sofortiger Bethätigung der Lymphbewegung. Vielleicht, daß ein ähnliches Verhältniß in gewissen Krankheiten obwaltet, wo durch Lähmung des Nerveneinflusses die peristaltischen Zusammenziehungen des Darmes geschwächt und verlangsamt werden und als Folge dieser Paralysirung des Haupthebels der Milchsaftbewegung dann allgemeines Sinken der Ernährung und des Aufsaugungsprozesses eintritt.

Die Muskelbewegungen und Volumveränderungen der umgebenden Theile aber sind nicht die alleinigen Hebel der Bewegung in den Lymphgefäßen. Es gibt auch noch selbstständige Contractionen der Gefäßstämme, die zwar sehr langsam sind, aber doch beobachtet worden sind an lebenden Thieren, und deren Vorhandenseyn auch dadurch wahrscheinlich wird, daß an dem Milchbrustgange ähnliche unwillkührliche Muskelfasern nachgewiesen werden können, wie an andern contractilen Röhren. Daß aber die Lymphgefäße Contractilität besitzen und die in denselben enthaltene Flüssigkeit stets unter einem gewissen Drucke steht, geht schon aus dem Umstande hervor, daß ein angefülltes Lymphgefäß, wenn es angestochen wird, ganz so im Strahle spritzt wie eine Vene; ein Beweis, daß die Flüssigkeit unter einem gewissen, von den Wandungen ausgeübten Drucke steht.

Die Aufsaugung durch die Capillargefäße des Blutsystemes

unterliegt Gesetzen, die zwar im Prinzipe durchaus dieselben bleiben, deren Wirkung aber, durch die speziellen Verhältnisse der Haargefäße, sehr bedeutend modificirt ist. Das Blut, welches in den Capillarien circulirt, wird von dem Herzen aus in raschem Strome durch die feinen Maschen getrieben; eine Blutwelle drängt die andere und eine nach der anderen kommt in enge Wechselwirkung mit den aufsaugenden Stoffen. Im weiteren Laufe aber durchströmt das Blut die Leber, die Lungen und verschiedene andere Sekretionswerkzeuge, ehe es wieder an die Stelle der Aufsaugung, das heißt zum Darmkanale zurückkommt. Die Blutwelle, welche schon einmal aufgesaugt hat, kann demnach auf ihrer Bahn sich aller aufgenommenen Stoffe entledigt haben und von Neuem zu endosmotischem Austausche fähig seyn. Die Schnelligkeit, womit Flüssigkeiten in die Capillargefäße eindringen, ist nicht minder beträchtlich, als die Durchdringung der Lymphgefäße, denn die Häute beider sind gleich dünn und zart gewebt. Wenn aber dieses eine Moment der Aufsaugung dasselbe ist in beiden Arten von Gefäßen, so ist im Gegentheile die Schnelligkeit der Verbreitung der aufgesaugten Stoffe durch den ganzen Körper himmelweit verschieden. In den Lymphgefäßen wird nur langsam der Inhalt nach den Stämmen und dem Milchbrustgange hingeschoben, während die von den Blutgefäßen aufgenommene Substanz in wenig Sekunden den ganzen Körper durchläuft und entweder irgendwo verbraucht oder von den Absonderungsorganen ausgeworfen wird. Ja das Strömen einer beim endosmotischen Prozesse betheiligten Flüssigkeit scheint von wesentlichem Einflusse auf den Austausch selbst zu seyn. Man hat einen einfachen Versuch in der Art angestellt, daß man ein Darmstück quer durch eine mit Flüssigkeit gefüllte Schüssel legte und dann eine andere Flüssigkeit durch den Darm ablaufen ließ. Die Endosmose in die laufende Flüssigkeit hinein war weit stärker und geschah schneller, als wenn beide Flüssigkeiten in Ruhe waren und auch die Richtung des endosmotischen Stromes war in so fern modificirt, als die strömende Flüssigkeit weit mehr aufnahm als abgab, während in der Ruhe beide Flüssigkeiten sich fast mit gleicher

Intensität mischten. Die Anwendung dieser einfachen Thatsache auf die Verhältnisse des Blutstromes zu der im Darme bei der Verdauung enthaltenen Flüssigkeit ergibt sich von selbst.

Die Versuche, denen zu Folge man den Lymphgefäßen durchaus alle Auffaugungsfähigkeit absprach, waren in so fern mangelhaft, als man nicht die gehörige Geduld hatte abzuwarten, bis das bei der langsamen Bewegung der Lymphe nothwendig erst sehr spät sich zeigende Resultat eintrat. Dann aber berücksichtigte man auch den zweiten Faktor der Lymphbewegung, die selbstständige Contraction der Gefäßwandungen nicht genug und wählte Substanzen zu diesen Versuchen, welche auf diese Contractionen einen lähmenden Einfluß ausüben. Das Prinzip, nach welchem die Versuche angestellt wurden, war richtig; Vernachlässigung der Nebenumstände machte das Resultat fehlerhaft. Man stellte die Versuche nämlich in der Art an, daß man die zu einem Gliede oder zu einem isolirten Darmstücke gehenden Blutgefäße unterband und nun in eine Wunde oder in die Höhle des Darmes ein starkes narkotisches Gift, z. B. Strychnin oder Opium, brachte. So lange der Kreislauf in dem isolirten Körpertheile unterbrochen war, zeigten sich, auch nach stundenlangem Harren, keine Vergiftungserscheinungen; sobald man aber die Unterbindungsfäden löste und dadurch den Kreislauf wieder herstellte, so zeigten sich auch die dem Gifte eigenthümlichen Wirkungen. Ebenso erschienen Substanzen, die zwar nicht giftig wirkten, aber entweder durch ihre Farbe oder ihre Reaktion sich leicht in kleinen Mengen auszeichnen, nach sehr kurzer Zeit in den Blutgefäßen und erst nach mehren Stunden in der Lymphe der Stämme und des Milchbrustganges. Aus diesen Versuchen, deren Richtigkeit nicht angefochten werden kann, schloß man nun auf der linken Seite des Rheines etwas übereilt auf die totale Unfähigkeit der Lymphgefäße, Substanzen aufzusaugen und läugnete somit die ihnen bisher zuerkannte Funktion, an deren Stelle man freilich keine andere zu setzen wußte. Indeß gieng man hierin offenbar zu weit; man vergaß, daß nach Fütterung der Thiere mit gewissen Substanzen diese während der Verdauung in den Milchgefäßen

nachgewiesen werden können, man vergaß, daß manche Gifte und besonders thierische, offenbar durch die Lymphgefäße aufgesaugt werden, wie dies in solchen Fällen die nachfolgenden krankhaften Erscheinungen auf das Ueberzeugendste darthun. Wie oft erfolgen nach Verwundungen, bei Sektionen faulender oder an bösartigen, zersetzenden Krankheiten verstorbener Leichname schmerzhafte Entzündungen, bei welchen die Lymphgefäße des verwundeten Theiles strangartig anschwellen, hart werden und wo zuweilen die Entzündung sich in die benachbarten Lymphdrüsen fortsetzt und hier hartnäckige Eiterungen, nicht selten sogar den Verlust des Gliedes oder selbst allgemeine Vergiftung zur Folge hat! Die Vorsichtsmaßregeln gegen solche, leider nur allzu häufige Zufälle und ihre Folgen waren den Anatomen und Physiologen meistens aus eigener, schmerzhafter Erfahrung bekannt und darum konnte auch die neue Lehre von der Unthätigkeit der Lymphgefäße sich keinen vollkommenen Beifall erringen. Die aus den Versuchen selbst aber gezogenen Schlüsse erhielten bald die bedeutendsten Modificationen. Die Farbestoffe, die Reagentien, die Nahrungssubstanzen waren stets einige Stunden nach der Aufnahme in den Körper auch im Laufe der Lymphgefäße nachgewiesen worden und da man anatomisch erhärten konnte, daß keine Verbindung zwischen den Aesten und Zweigen der Lymphgefäße und den Blutgefäßen existirt, so war dadurch der Schluß gerechtfertigt, daß die Lymphgefäße zwar allerdings aufsaugen, aber im Verhältniß zu den Blutgefäßen nur sehr langsam. Daß narkotische Gifte gar nicht von ihnen aufgenommen werden, war um deßwillen erklärlich, weil diese Gifte die Muskularzusammenziehung bei örtlicher Applikation unmittelbar lähmen. Die Berührung dieser Gifte mit der inneren Haut der Lymphgefäße mußte mithin nothwendig die Bewegung in diesen Gefäßen selbst vernichten, indem sie ihre selbstständigen Contractionen lähmte.

Der Hauptunterschied zwischen den Lymph- und Blutgefäßen hinsichtlich der Aufsaugung beruht demnach in der verschiedenen Schnelligkeit, womit die Stoffe in denselben aufgenommen und weiter geführt werden. Damit ist aber auch zugleich ein

fundamentaler Unterschied hinsichtlich der Natur dieser aufzunehmenden Substanzen selbst gegeben, und einzig aus diesem Umstande ist es erklärlich, warum die Blutgefäße hauptsächlich solche Stoffe aufsaugen, welche dem Körper in ihrer Zusammensetzung heterogen sind und die meist als fremde Stoffe wieder ausgeleert werden, während die Lymphgefäße die eigentlichen Kanäle zur Ueberführung der nährenden Substanzen sind, mögen nun diese von Außen her aufgenommen werden, wie es in dem Darmkanale der Fall ist, oder sich als Ueberschuß bildender Flüssigkeit in den Geweben des Körpers und dem Blute ausgeschieden haben.

Die in den Darmkanal aufgenommenen Stoffe bilden dort einen Brei, in welchem hauptsächlich Faserstoff, Eiweiß, Fett, Zucker und stärkmehlhaltige Substanzen aufgelöst und mit mancherlei fremdartigen Bestandtheilen und mineralischen Salzen gemengt erscheinen. Dieser Brei ist in beständiger, vielseitiger Berührung mit der Schleimhaut des Darmes, in beständigem Austausche mit den Lymphgefäßen und den Capillarnetzen der Schleimhaut. Die erste Wirkung dieser Berührung wird seyn, daß beide Flüssigkeiten sich auf einen gleichen Concentrationspunkt stellen und daß das Blut entweder, wenn der Speisebrei weniger concentrirt ist, Wasser von ihm aufnimmt oder aber, im entgegengesetzten Falle, an ihn Wasser abgibt. Da wir meist mehr oder weniger feste Nahrung zu uns nehmen, so wird dadurch das Bedürfniß der Suppen und anderer flüssiger Gerichte, so wie die Nothwendigkeit des Trinkens über Tisch und während der Verdauung leicht erklärlich. Das Blut stellt aber eine Auflösung von Eiweiß und Faserstoff mit mehren Salzen vor. Sobald der Speisebrei einen ihm gleichen Concentrationsgrad hat, so wird weder Faserstoff noch Eiweiß, mithin keine unmittelbar nährende Substanz mehr vom Blute aufgenommen werden können. Fremdartige Stoffe dagegen, stärkemehlhaltige Substanzen und Salze werden durch schnellen Austausch in das Blut befördert und von diesem stets weiter geführt, so daß bedeutende Quantitäten solcher Stoffe aufgenommen werden können. Ihre Aufsaugung hört erst dann auf, wenn das Blut ebenso mit diesen Stoffen gesättigt

ist, als die im Darme enthaltene Flüssigkeit; — ein Verhältniß, das um so seltener eintreten muß, als das Blut durch die Sekretionsorgane stets wieder eine Ablage für fremdartige Stoffe besitzt. Die Aufnahme der direkt nährenden Stoffe, der Proteinkörper, ist demnach nur dann möglich, wenn ungleiche Concentrationsgrade zwischen dem Speisebrei und dem Blute bestehen, die aber bei der Schnelligkeit des Kreislaufes bald ausgeglichen sind.

Anders verhält es sich mit den Lymphgefäßen. Diese füllen sich mit derjenigen Flüssigkeit, welche die Darmschleimhaut und deren Gewebe tränkt; ob diese Flüssigkeit aus dem Blute oder aus den frisch aufgenommenen Stoffen herstamme, ist völlig gleichgültig; — sie füllen sich damit und führen sie langsam in stetem Zuge in den Kreislauf über. Aber es ist aus den Gesetzen der Endosmose schon leicht einzusehen, daß, welcher Art nun auch diese Flüssigkeit sey, sie immer eine gewisse Quantität Proteinkörper enthalten müsse. Bekommt das Thier keine Nahrung oder nur solche, welche kein Eiweiß, keinen Faserstoff enthält, so müssen diese Stoffe mit dem Blutwasser aus den Gefäßen treten, das Gewebe der Schleimhaut tränken und so in den Bereich der Lymphaufsaugung fallen; erhält das Thier in seiner Nahrung Proteinkörper, so wird aus dieser der Faserstoff und das Eiweiß genommen werden. Bei hungernden, wie bei wohlgefütterten Thieren wird daher der Chylus und die Lymphe einen etwa gleichen Gehalt an Proteinkörpern bieten, denn die tränkende Ernährungsflüssigkeit bleibt in beiden Verhältnissen etwa dieselbe, hinsichtlich ihrer Zusammensetzung. Daß aber andere fremdartige Substanzen und Respirationsmittel nur in sehr geringer Menge in den Chylus und die Lymphe aufgenommen werden, dies ist leicht aus der Schnelligkeit ihrer Wegschaffung mittelst der Blutgefäße erklärlich. Bis nur eine einigermaßen bemerkliche Quantität dieser Stoffe in der trägen Bewegung der Lymphe fortgerückt und nach den Stämmen hin bewegt ist, haben die Blutgefäße schon die ganze Masse des fremden Stoffes aufgeräumt. — Auffallend bleibt bei der

Zusammensetzung des Milchsaftes nur sein Gehalt an freiem Fette nach Genuß fettiger Substanzen, was bei den Blutgefäßen nicht der Fall scheint; wie das Fett in die Lymphgefäße übergehen könne, ist ein völliges Räthsel.

Soviel bleibt demnach als Resultat unserer Untersuchungen über die Aufsaugung festgestellt: die Lymphgefäße sind die beständige, stete Zufuhrquelle der eigentlich nährenden Bestandtheile, der Proteinkörper und des Fettes; das Blutgefäßnetz des Darmes der Aufsaugungsapparat für Respirationsmittel und fremdartige Stoffe.

Achter Brief.

Die thierische Wärme.

Linné hat in seiner Eintheilung der höheren Thiere hauptsächlich auf einen Charakter Rücksicht genommen, der jedem Kinde bekannt ist, nämlich: auf die Wärme des Blutes, und danach zwei Hauptgruppen, warmblütige und kaltblütige Thiere, aufgestellt. Der unangenehme Eindruck, den wir empfinden, wenn wir die Haut eines Frosches oder eines Fisches berühren, der Widerwillen, den viele Personen gegen die Annäherung eines solchen Thieres zeigen, ist tief begründet in der Aehnlichkeit ihrer Temperatur mit der eines Leichnams. In den todten Körpern der Menschen, der Säugethiere ist ebenfalls die Wärme geschwunden, welche das Resultat des Lebens war, und in dem lebenden Reptil findet während des Lebens eine Wärmeentwicklung statt, die so schwach ist, daß sie unsrer Hand nicht mehr fühlbar ist. Es deutet dies auf einen bedeutenden Unterschied in dem Lebensprozesse der Wirbelthiere hin; denn die Produktion der Wärme ist nichts Zufälliges; sie ist auf das Innigste mit dem Leben verbunden und bei den höheren Thieren eines der wesentlichsten Resultate des Lebensprozesses. Gerade darum aber, weil diese Wärme eben nur als eines der letzten Resultate auftritt, und mit allen einzelnen Phänomenen dieses Prozesses in Verbindung zu stehen scheint, eben deßhalb ist auch ihre Erzeugung einer der dunkelsten Punkte in der Physiologie. Man kann kaum einen Eingriff in die geringste Funktion des Körpers wagen, kaum eine Aenderung dieses oder jenes scheinbar vereinzelten Phänomens beobachten, ohne zugleich eine Veränderung des

Wärmegrades eines einzelnen Theiles oder des Gesammtkörpers wahrzunehmen. Man hat nun, wie mir scheinen will, viel zu häufig den Fehler begangen, je nachdem man diese oder jene Quelle der Wärme entdeckte, dieser auch allein die Produktion derselben zuzuschreiben, und nur zu oft den Erfahrungssatz außer Augen gelassen, nach welchem gleiche Ursachen auch gleiche Wirkungen bedingen, nie aber gleiche Wirkungen auch auf gleiche Ursachen schließen lassen. Das Holz geräth ins Brennen, ob man es nun nach der früheren Weise civilisirter Nationen mit einem in Schwefelsäure getauchten Zündhölzchen, oder nach Art der Wilden durch heftiges Reiben in Flammen setze; der chemische Prozeß, wie der mechanische Effekt, so verschieden sie auch in sich seyn mögen, haben durchaus dieselbe Wirkung — wäre es nicht thöricht, behaupten zu wollen, daß man nur mittelst Zündhölzchen anbrennen könne? — Man kann nicht läugnen daß die Physiologen in diesen Fehler gefallen sind, und der Eine, der durch Muskelbewegung Wärme erzeugt werden sah, wollte dem Andern nicht glauben, der den chemischen Umwandlungen im Körper ebenfalls exclusiv die Wärmeerzeugung zuschrieb. Ein vernünftiger Vergleich beider streitender Partheien, wo jede ein Weniges nachgelassen hätte, würde vielleicht den Streit zu Ende gebracht haben.

Man mißt die Temperatur des thierischen Körpers überhaupt meist an Orten, wo die Thermometerkugel in Oeffnungen eingeführt werden kann, innerhalb deren sie durchaus gegen alle Abkühlung von außen geschützt werden kann. So meistens im Munde unter der Zunge, in der Achselhöhle u. s. w. Die mittlere Temperatur eines Erwachsenen an diesen Stellen beträgt etwa 37,2 Grade des hunderttheiligen Thermometers, oder 29,8 des Réaumur'schen, während an freien Hautstellen diese Temperatur um einige Grade sinkt, und im Durchschnitte nur 34,1 Celsius oder 27,3 Réaumur beträgt.

Messungen der verschiedenen Körpertheile ergeben ein Resultat, welches mit den Schlüssen, die man a priori machen könnte, vollkommen in Einklang steht. Es ist begreiflich, daß Theile des Körpers, welche eine größere Oberfläche darbieten,

aus denen mithin mehr Wärme ausstrahlen kann, sich schneller abkühlen, als andere, die nur eine sehr geringe Oberfläche besitzen. Im Allgemeinen sind noch die einzelnen Theile in der Beziehung vortheilhaft gebaut, daß sie mehr oder minder regelmäßige Cylinder darstellen, wie der Rumpf, die Arme und Beine, oder selbst Formen, welche derjenigen der Kugel nahe kommen, mithin bei größtem Rauminhalte die kleinste Oberfläche darbieten. Nichts desto weniger ist der Wärmeverlust, den die Enden der Extremitäten, die Finger, Zehen, Hände und Füße erleiden, so bedeutend, daß an der Fußsohle z. B. die Temperatur nur 32°,3 C. beträgt. Einen Schutz gegen solchen Verlust verschafft uns die Bedeckung mittelst schlecht leitender Körper, wie Wolle, Federn, Haare u. s. w. Alle diese Stoffe zeichnen sich durch die Eigenschaft aus, daß die Wärme nur sehr schwer sie durchdringt, aber auch eben so schwer von ihnen mitgetheilt wird. Ein Stück Metall, das an dem einen Ende glühend ist, kann nicht ohne Schaden an dem andern Ende angefaßt werden; ein Holzbrand dagegen, der unten brennt, zeigt wenige Zolle davon kaum eine merkliche Erhöhung seiner Wärme.

Ein Metall aber kühlt sich schnell ab, giebt die Wärme, die es erhalten, eben so schnell ab, als es sie in seinem Innern weiter leitete, während ein schlechter Leiter sie eben so lange erhält, als er sie langsam in sich aufnimmt. In unseren Climaten, wo die mittlere Jahrestemperatur etwa um 20 Grade tiefer steht, als diejenige des Körpers, bedarf es mithin eines Schutzes und diesen suchen wir ihm durch Kleider, Pelzwerk, Federdecken zu gewähren. Bei den Thieren, welche die nordischen und gemäßigten Klimate bewohnen, hat die Natur in ähnlicher Weise gesorgt. Die Fischsäugethiere ausgenommen, über deren Organisation und Lebensverhältnisse wir überhaupt nur sehr wenige Kenntnisse besitzen, sind alle Thiere der kälteren Zonen mit dichtem Pelz oder Federüberzügen versehen, deren Dichtigkeit bekanntlich im Winter um ein bedeutendes zunimmt. Man würde vergeblich außerhalb der warmen Zonen Thiere mit nackter, kahler Haut suchen, welche in der Nähe des Aequators so häufig

vorkommen. Ich will damit keineswegs behaupten, daß die Natur den Thieren einzig nur deshalb Federn und Haare auf dem Leibe wachsen lasse, um sie fein warm zu halten; es giebt an dem Aequator Thiere, die ein eben so schönes Pelzwerk besitzen als andere an den Polen und neben Affen mit langen dichten Wollhaaren klettern andere in den Urwäldern Amerika's umher, die fast nackt sind.

Man hat bekanntlich viel von dem kältern Blute der Nordländer, dem heißern der Südländer gesprochen, und die Poeten namentlich haben dies Kapitel auf das reichlichste ausgebeutet. Die Eifersucht, Rachsucht, kurz alle Triebe und Leidenschaften, welche bei einzelnen Völkern mehr oder minder ausgeprägt scheinen, werden auf Rechnung der Wärme des Blutes geschoben. Mit diesen physiologischen Eroberungen nicht zufrieden, sind einige Autoren der neuesten Zeit sogar so weit gegangen, auch die Farbe des Blutes bei den verschiedenen Raçen verschieden zu finden, und den Germanen blaues, den Franken rothes Blut zu vindiciren. Ich weiß nicht ob sich diese Behauptungen auf genauere Beobachtungen stützen; — was die Temperatur des Blutes betrifft, so kann man ziemlich dreist behaupten, daß solche Verschiedenheiten nicht existiren, und daß die kleinen Abweichungen, welche man bei den Völkern der entlegensten Zonen getroffen hat, nicht größer sind als die Verschiedenheiten, welche man bei einzelnen Individuen findet. Der Malaye, dessen wüthende Leidenschaften zum Sprichwort geworden sind, zeigt keine größere Wärme des Bluts, als der geduldige Hottentotte, und wenn auch die Untersuchungen der Naturforscher über diesen Punkt noch nicht alle wünschenswerthe Ausdehnung erhalten haben, so darf man doch schon jetzt den Dichtern und Nationalökonomen den Rath geben, andere Gründe für die Charakterverschiedenheit der Raçen und Völker zu suchen.

Die Temperaturverschiedenheiten der inneren Theile des Körpers können natürlich nicht bei lebenden Menschen untersucht werden, und auch bei Thieren besitzen wir nur wenig, mit zuverlässiger Genauigkeit angestellte Versuche. Es ist zu beklagen,

daß wir hier keine Thatsachen in großer Zahl besitzen, die freilich genau genug gesammelt seyn müßten, um sehr kleine Verschiedenheiten von einem Zehntel und selbst einem Zwanzigstel Graden mit Sicherheit angeben zu können; solche Versuche würden mehr als lange Seiten theoretischer Abhandlungen, auf sichere Schlüsse über den eigentlichen Grad der Wärmeerzeugung führen. Die bis jetzt bekannten Versuche ergeben nur sehr wenig Resultate. So soll das Blut der Halsschlagader beinahe um einen Grad höher temperirt seyn, als dasjenige der Halsvene; Lunge und Leber ebenfalls etwa um einen Grad höher als Gehirn und Magen. Für die Beantwortung der jetzt obschwebenden Fragen in Beziehung auf die Wärme genügen aber diese Angaben durchaus nicht. Wenn es sich darum handelt, zu entscheiden, ob in der Lunge eine wirkliche Verbrennung Statt finde, und dadurch Wärme entbunden werde, die vom Blute weiter geführt wird, wenn man wissen will, ob der Ernährungsprozeß der Organe die Wärmequelle sey, aus der das Blut seine Temperatur schöpft, so müssen entscheidende Messungen in der Art angestellt werden, daß die betreffenden Organe in ihrer Funktion erhalten, die Ausstrahlung von Wärme verhindert und nun das zu und abströmende Blut seiner Temperatur nach genau gemessen werde. Gesetzt, ich fände bei einem Hunde, dessen Bein ich so mit Pelz umwickelt habe, daß es schon seit Tagen dieselbe Temperatur beibehält, daß das zuströmende Arterienblut kälter ist, als das abströmende Veneblut, so ist der Schluß gesichert, daß in dem Beine selbst Wärme entwickelt wird, und daß mithin die Ernährung der Theile, und der dabei vorgehende chemische Prozeß eine Wärmequelle darstellt. Fände ich nun bei einem andern Versuche, daß bei fortdauerndem Athmen, das in den Lungenarterien strömende Blut kälter sey, als das durch die Lungenvene nach dem Herzen zurückkehrende, so wäre damit der Beweis geliefert, daß der Athmungsprozeß in den Lungen ebenfalls eine Wärmequelle bietet, wodurch, trotz der in den Lungen statthabenden Verdunstung, die nothwendig eine Erkältung zu Folge haben muß, dennoch in demselben Organe das Blut stärker

erhitzt wird. Solche entscheidende Versuche aber fehlen uns, wie gesagt, noch gänzlich, und wir sind zur Erklärung der Wärmebildung im Körper lediglich auf Hypothesen, Analogieen und daraus hergeleitete Schlußfolge beschränkt.

Die Athmung ist ohne Zweifel einer der wichtigsten Hebel zur Erzeugung der Wärme. In allen Fällen, wo die Athmung sinkt, wo die Athemzüge in längern Intervallen folgen, nur kurz sind, und an Intensität, Tiefe und Schnelligkeit abnehmen, in all diesen Fällen sinkt auch die Temperatur des Körpers rasch und oft selbst mit auffallender Schnelligkeit. Jeder hat wohl schon diese Beobachtung bei Individuen gemacht, welche in Ohnmacht fallen, wo die Athemzüge fast gänzlich verschwinden, der Herzschlag sich vermindert und eisige Kälte sich über den Körper verbreitet. Beiläufig gesagt, ist dadurch auch ein Mittel gegeben eine wahre Ohnmacht von einer verstellten zu unterscheiden. Wir können zwar willkührlich den Athem einhalten und uns so gewöhnen, daß wir denselben nur unmerklich und in großen Intervallen schöpfen; allein willkührlich kalt zu werden ist noch keinem Menschenkinde gelungen; sogar den Frauen nicht, welche zuweilen in Darstellung künstlicher Ohnmachten eine anerkennenswerthe Virtuosität besitzen.

In weit ausgedehnterem Maaße aber lassen sich diese Erscheinungen bei denjenigen Thieren beobachten, welche in Winterschlaf sinken. Ich habe selbst Gelegenheit gehabt, den kleinen Siebenschläfer, die sogenannte Haselmaus, in ihrem Schlafe zu beobachten, und genaue Untersuchungen darüber sind in neuester Zeit von einem meiner Freunde veröffentlicht worden. Sobald das Thier schläft, so werden seine Athemzüge so selten und so sanft, daß es kaum möglich ist, sie zu beobachten; das Herz schlägt nur äußerst schwach und kaum fühlbar. Unmittelbar nach dem Einschlafen sinkt auch die Eigenwärme des Thiers und zwar allmählich so tief, daß sie kaum ein Weniges über der Temperatur des umgebenden Raumes sich erhält. So bleibt das Thier während seines Schlafes. Sobald es aber erwacht, so werden die Athemzüge häufiger, der Herzschlag rascher und in kurzer Zeit

steigt die Wärme höher und höher, bis sie den Punkt erreicht, auf welchem sie sich beim wachenden Zustande stationär erhält. Ob das Thier unmittelbar vorher gefressen habe, oder nicht, hat auf die nachfolgenden Erscheinungen durchaus keinen Einfluß; seine Temperatur sinkt beim Einschlafen in durchaus ähnlicher Weise.

Der Einfluß der Respiration auf die Entwicklung der Wärme ist demnach nicht zu verkennen; allein es fragt sich, ob derselbe unmittelbar ist, ob der chemische Prozeß der Athmung selbst Wärme bildet, oder ob vielmehr diese Funktion nur mittelbar wirkt, indem sie mit anderen Thätigkeiten des Körpers in die engste Verbindung tritt.

Es kann nicht geläugnet werden, daß in dem Körper eine Oxydation der durch die Nahrungsmittel eingeführten Stoffe vor sich geht. Betrachten wir die in dem Darmkanal aufgenommenen Substanzen ihrer allgemeinsten Zusammensetzung nach, so stellt sich heraus, daß alle eine bestimmte Quantität Sauerstoff enthalten, nie aber eine so große Menge dieses Elementes, daß sie hinreichend wäre, den Kohlenstoff und den Wasserstoff, der sich ebenfalls in den Nahrungsmitteln findet, vollständig zu verbrennen und in Kohlensäure und Wasser überzuführen. Auf der andern Seite treten uns in den Auswurfsstoffen des Körpers, und namentlich in den gasförmigen Produkten der Respiration, diese zwei vollständig oxydirten Stoffe hauptsächlich entgegen; die Athmung liefert Kohlensäure und Wasser. Es muß demnach offenbar in dem Körper eine Verbrennung des Kohlenstoffes und des Wasserstoffes auf Kosten des durch die Respiration zugeführten Sauerstoffes der Luft vor sich gehen, und daß Verbrennung Wärme entwickle, ist eine Thatsache, die nicht erst bewiesen zu werden braucht. Die erste Frage, welche hier gestellt werden muß, ist ohne Zweifel die: Genügt die auf die angegebene Weise entwickelte Wärmemenge, den Verlust, welchen der Körper beständig durch Ausstrahlen erleidet, zu decken? Ist es möglich, aus dieser beständigen Verbrennung zu erklären, warum wir in den verschiedensten Temperaturen der umgebenden Luft dennoch stets dieselbe Eigenwärme beibehalten, oder können noch andere Wärmequellen nachgewiesen werden?

Man hat approximativ so genau als möglich die Menge von Kohlenstoff zu bestimmen gesucht, welche in den Körper durch die Nahrungsmittel gelangt. Es müssen solche Berechnungen stets etwas Schwankendes haben; denn selten wohl findet man Leute, die sich zu einem durchaus regelmäßigen Regime hergeben wollen, die einen Tag um den andern genau dieselbe Quantität Speisen zu sich nehmen möchten, und ohne zu wechseln eine solche Lebensart Monate durchführen wollten. Unterscheidet sich doch der Behauptung Beaumarchais zu Folge, der Mensch neben anderen Charakteren gerade dadurch von den Thieren, daß er über den Durst trinkt, und oft auch mehr ißt, als er Hunger hat. Hier können nur Beobachtungen im Großen durchhelfen, und Derjenige, der diese Untersuchungen zuerst anstellte, scheint wirklich nicht ohne tiefe Berechnung der Umstände gewählt zu haben, indem er eine Compagnie deutscher Soldaten sich zum Gegenstande seiner Versuche auslas. Bei denen ist schon dafür gesorgt, daß sie regelmäßig leben, und zu viel über den Durst werden sie grade auch nicht trinken. — Ein erwachsener Mann verzehrt im Durchschnitte täglich 27,8 Loth Kohlenstoff in seinen Speisen und Getränken. Nach den Untersuchungen der Physiker entwickelt ein Loth Kohlenstoff 7875 Grad Wärme. Würde demnach der Kohlenstoff der Speisen innerhalb des Körpers verbrannt, so müßte dadurch eine Summe von 218825 Grad Wärme entwickelt werden, welche dem Körper durch Verdunstung des Wassers in den Lungen und auf der Haut durch Erwärmung der eingeathmeten Luft und der übrigen Auswurfsstoffe, und durch Ausstrahlung auf der Oberfläche wieder entzogen würden.

Auf den ersten Blick erscheint diese Entwicklung von Wärme ungeheuer; allein wir dürfen uns nicht verhehlen, daß eine genaue Berücksichtigung aller Umstände dieselbe bedeutend heruntersetzen muß. Man könnte freilich einwenden, daß ein anderer Faktor, die Verbrennung des Wasserstoffes, dabei nicht in Betracht gezogen worden sey, und daß somit die Summe sogar noch um ein Bedeutendes höher gesetzt werden müsse. Allein auf der andern Seite ist zu berücksichtigen, daß alle organischen

Substanzen, die wir unter der Form von Nahrungsmitteln genießen, schon eine gewisse Quantität von Sauerstoff enthalten, und daß viele, ja die meisten derselben ihn in einem Verhältnisse enthalten, daß er an sich schon hinreichen würde, die Wasserstoffmenge der Substanz zu oxydiren und in Wasser zu verwandeln. Das Holz und viele andere Substanzen noch können angesehen werden als bestehend aus Kohle und Wasser; andere wieder als zusammengesetzt aus Kohle, Wasser und noch einer gewissen Menge Sauerstoff, bei wenigen nur reicht der Sauerstoff nicht hin, um den Wasserstoff unmittelbar zu verbrennen. Ueber die Gruppirung der Elemente in den organischen Substanzen können wir uns gar keine bestimmte Vorstellung machen, noch weniger aber etwas Bestimmtes aussagen. Nur so viel scheint mir sicher, daß keine organische Substanz so viel Hitze entwickelt, wenn sie verbrannt wird, als ihre Elemente entwickeln würden, wenn man sie einzeln verbrennte. Man würde die größten Irrthümer begehen, wenn man den Heizungswerth des Holzes z. B. nach seinem Gehalte an Kohlenstoff und Wasserstoff und nach der von diesen Stoffen bei der Verbrennung gelieferten Wärmemenge bestimmen wollte. Die vom Holze bei seiner Verbrennung gelieferte Wärme beträgt im Gegentheile kaum ein Viertel von der imaginären Hitze, welche man durch Trennung und Einzelverbrennung seiner Elemente erhalten würde. Wir haben überhaupt nur sehr wenig Bestimmungen über die Wärmemenge, welche bei den einzelnen chemischen Prozessen hervorgerufen wird. Man hat angenommen, daß die Ueberführung einer gewissen Menge von Kohlenstoff in Kohlensäure, oder mit andern Worten, die Verbrennung des Kohlenstoffes, stets dieselbe Wärme erzeugen müsse, möge nun diese Verbrennung unmittelbar geschehen, oder aber durch verschiedene chemische graduirte Processe sich hindurchziehen; allein leider ist diese Annahme, deren Bestätigung von außerordentlichem Belange für die Physiologie seyn würde, bis jetzt nur noch als Hypothese anzusehen.

Gesetzt aber auch, die Verbrennung des Kohlenstoffs im Körper genüge, um die Entwicklung der eigenthümlichen Wärme

hinreichend zu erklären, so fragt es sich zweitens, wo nun in diesem Falle der Heerd der Wärmeerzeugung hinzusetzen sey. Die ältere Meinung, welche namentlich seit Lavoisier gäng und gäbe geworden war, schien in der That die einfachste und ungezwungenste. Nach dieser fand die Verbrennung in der Lunge statt; das venöse Blut kreiste, mit verbrennlichen Stoffen angefüllt, in der Lunge, trat dort in Wechselwirkung mit dem Sauerstoffe der Atmosphäre, was verbrennen konnte verbrannte, und das durch diesen Prozeß erhitzte arterielle Blut verbreitete sich nun in dem ganzen Körper, überall hin seine Wärme tragend und vertheilend. Die Lungen waren demnach der thierische Ofen und wie in einem mit Wasserheizung versehenen Hause vertheilten sich die dort zusammenlaufenden Heizröhren nach allen Theilen des Körpers.

Manche Umstände jedoch ließen sich schwer mit dieser Annahme vereinigen und namentlich darf man unter diesen die Temperatur der Lungen selbst in Anschlag bringen. Die Hitze müßte in diesen sehr groß, jedenfalls um einige Grad höher seyn, als in den übrigen Theilen des Körpers. Die Erfahrung sagt hier das Gegentheil; die Lungen sind nicht wärmer als der Magen, und alle andern Eingeweide, welche in verschlossenen, wohlgeschützten Räumen liegen. Man hätte die aus dieser Thatsache abzuleitenden Schlußfolgerungen zwar noch umgehen können; mit dem Augenblick aber, wo durch den Versuch nachgewiesen wurde, daß Thiere auch in andern Gasarten als Sauerstoff, Kohlensäure ausathmen; daß die Kohlensäure in dem Blute schon existirt, ehe dieses nur in den Lungen ankommt, und daraus dargestellt werden kann; mit diesem Augenblick, sage ich, mußte das ganze theoretische Gebäude fallen. Die Lungen konnten nicht mehr das Organ seyn, in welchen die Kohlensäure gebildet wird, und da der eben erwähnten Ansicht nach die Erzeugung dieses Oxydes die Ursache der Erwärmung des Körpers war, so mußte auch nothwendig der Ort, wo diese vor sich geht, aus den Lungen verlegt und andern Organen vindicirt werden.

Wenn indeß auch die Lungen der alleinige Wärmeheerd

nicht sind, so muß dennoch zugestanden werden, daß wenigstens ein geringer Grad von Wärme darin entwickelt werden müsse. Folgende Umstände scheinen eine solche Annahme durchaus gebieterisch zu verlangen.

Die Luft, welche wir einathmen, hat im Durchschnitt in unseren Zonen eine Temperatur von 10 bis 12 Graden, im Sommer mehr, im Winter weniger. Selten nur haben wir Hitzegrade, wo die Luft so warm wäre als unser Körper. Die ausgeathmete Luft hingegen hat die Temperatur unsres Körpers, sie ist demnach innerhalb der Lungen bis auf diesen Grad erwärmt worden; die Lungen müssen eine gewisse Quantität Wärme durch diese Abgabe verloren haben, die um so größer ist, je kälter die äußere Temperatur ist. Im Winter muß demnach dieser Verlust an Wärme weit bedeutender seyn als im Sommer, und je weiter im Norden wir leben um so mehr muß er zunehmen, während umgekehrt, gegen den Aequator hin, dieser Verlust mehr und mehr abnimmt.

Ferner ist die Luft, die wir einathmen, nur sehr selten mit Wasserdampf gesättigt. Sie ist wohl nie vollkommen trocken, allein eben so selten auch tritt der entgegengesetzte Fall ein. Die ausgeathmete Luft dagegen ist vollkommen mit Wasserdampf gesättigt und dieser Dampf kann nur durch Verdunstung der innerhalb der Lungen befindlichen Flüssigkeiten, d. h. des Blutes, geliefert werden. Nehmen wir nun auch an, daß ein Erwachsener täglich nicht mehr als ein halbes Pfund Wasserdampf in seinen Lungen bilde (eine Annahme, die nach den jetzt vorliegenden Thatsachen eher zu gering als zu hoch ist), so erhalten wir dadurch ein Abkühlungsmoment, welches noch viel bedeutender einwirken dürfte, als die Erhitzung der eingeathmeten Luft. Denn es ist bekannt, daß ein fester Körper, welcher flüssig wird, oder eine Flüssigkeit, welche sich in Dampf verwandelt, einer bedeutenden Quantität Wärme bedarf, um in ihren neuen Zustand überzugehen; daß diese Wärme, welche man die latente nennt, sich an dem Thermometer nicht mehr fühlbar macht, und daß somit die Verdampfung einer gewissen Quantität Wasser in

den Lungen eine bedeutende Abkühlung dieser letztern erzeugen müsse. Diese Abkühlung aber kann in der That nicht nachgewiesen werden; die Lungen haben dieselbe Temperatur wie alle innern Organe des Körpers, für welche diese außerordentlichen Momente der Abkühlung nicht eintreten und es kann demnach mit vollem Rechte aus dieser Thatsache gefolgert werden, daß in den Lungen noch eine besondre Wärmequelle existiren müsse, welche, trotz des Umstandes, daß ihnen beständig Wärme entzogen wird, sie doch auf einer constanten Temperatur erhält.

Die Schwierigkeit dieser Quelle zu bestimmen, fällt in die Augen. Die bis jetzt vorhandnen Thatsachen können auf keine solche leiten, zumal da durch die Präexistenz der Kohlensäure in dem blauen Blute die unmittelbare Verbrennung des Kohlenstoffs in den Lungen nicht statuirt werden kann. Vielleicht indeß, daß diese Thatsache nicht absoluten Werth hat, und daß zwar ein Theil der Kohlensäure schon fertig zugeführt wird, ein andrer aber erst in den Lungen sich bildet. Auffallend ist es wenigstens, daß bei alten Leuten, bei welchen die Intensität der Respiration bekanntlich sehr abnimmt, sich beinahe regelmäßig in der Lunge schwarze Massen absetzen, welche fast nur aus reinem Kohlenstoffe bestehen. Diese Absätze von Kohlenstoff sind nicht allein krankhafte, geschwulstartige Anhäufungen, die man unter dem Namen von Melanosen schon seit langer Zeit kennt, sondern sie erscheinen vielmehr in Form eines feinen Pulvers, das im Lungengewebe selbst sich anhäuft, und oft dasselbe so erfüllt und in so hohem Grade unwegsam macht, daß es Aerzte gibt, welche den Tod der Alten zum großen Theile dieser Anhäufung von Kohlenstoff in den Lungen zuschreiben. Sieht es nicht aus als wenn hier der Kohlenstoff, der bei der langsamen und unvollständigen Respiration in den Lungen nicht verbrennen konnte, in seiner ursprünglichen Form in dem Gewebe abgelagert würde?

Eine unzweifelhafte Quelle der Wärmeentwicklung im menschlichen und thierischen Körper ist noch außerdem in der Bewegung zu finden; allein leider erscheint auch hier die genaue Bestimmung dieses Faktors eben so schwierig und in ungemein weiten Gränzen

schwankend, als die Anerkennung der Thatsache an sich allgemein ist. Angestrengtes Umherlaufen und Bewegung der Füße wärmt diese mehr und nachhaltiger, als Annäherung an das Kamin, und bei Arbeiten im Freien während des Winters befinden wir uns wohl in Kleidern, die in der Ruhe uns kaum vor dem Erfrieren schützen würden. Der Einfluß der Bewegung ist sicher schon ein durchaus unmittelbarer; der Armmuskel eines Mannes, welcher Holz sägt, erwärmt sich durch die anhaltenden Contractionen, die er macht, um mehr als einen Grad über seine gewöhnliche Temperatur; es kann somit nicht in Zweifel gestellt werden, daß die Muskularbewegung an sich schon Wärme erzeugen müsse.

Nicht nur durch unmittelbare Erzeugung von Wärme aber wirkt die Bewegung, sondern auch mittelbar durch Anfeuerung aller Funktionen des Körpers. Lebhaftes Springen, Laufen, jede Anstrengung der Muskelkraft überhaupt beschleunigt die Athmung, wirkt dadurch belebend auf die Thätigkeit des Herzens ein, und fördert somit durch Anregung des Kreislaufes den Blutumlauf und den Stoffwechsel. Das Blut kreist schneller durch die Organe, die Metamorphose wird lebhafter, eben weil in schnellem Umschwunge das Blut der in der Ernährung gebildeten Auswurfsstoffe sich mit größerer Raschheit entledigen kann. Das Capillargefäßsystem der Organe ist aber, wie wir schon früher ausgeführt haben, der Sitz der chemischen Prozesse; in dem Gewebe der Organe selbst, das von den vielfachen feinen Röhren der Haargefäße durchzogen ist, geht jener Stoffwechsel vor sich, den wir als Ernährung bezeichnen und dessen Hauptaufgabe Bildung neuer organischer Formelemente und Zurücknahme aller verbrauchter Stoffe ist. Da, wo der Sitz der chemischen Prozesse des Körpers ist, muß aber auch der Heerd seiner Wärme seyn; denn die chemischen Verbindungen sind es hauptsächlich, welche Wärme entwickeln. Sonach dürfen wir denn auch dreist behaupten, daß der Ernährungsprozeß der Organe es sey, welcher die Quelle der thierischen Wärme liefert, und es liegen Thatsachen in hinreichender Zahl vor, welche beweisen, daß man sich die Wärme

des menschlichen Körpers nicht so vorstellen muß, wie von einem einzelnen Punkte ausgehend, sondern daß vielmehr seine Temperatur das Resultat aller jener kleinen Wärmemengen ist, welche in jedem Momente des Körpers an allen Punkten seiner Theile producirt werden. Man kann mit dem Thermometer in der Hand nachweisen, daß entzündete Theile eine höhere Temperatur besitzen, daß mithin die Empfindung von Hitze, welche bei jeder nur irgend wahren Entzündung sich einstellt, nicht nur auf einem subjektiven Gefühle der Nerven beruht, sondern in der That einen objektiven Grund besitzt. In entzündeten Theilen aber ist der Stoffwechsel in hohem Grade bethätigt, das Blut kreist vielleicht nur ganz im Anfange, sobald die Entzündung noch auf dem bloßen Stadium der Congestion stehen bleibt, schneller als im normalen Zustande. Später stockt das Blut völlig in den gelähmten Capillargefäßen, sein Plasma tritt aus in die umgebenden Theile, und bald entstehen nun Neubildungen verschiedener Art, je nachdem der Prozeß der Entzündung mehr zu diesem oder jenem Ausgange neigt. Während der ganzen Zeit, wo dieser Prozeß dauert, ist auch die Temperatur des Theiles bedeutend erhöht, und somit eine selbstständige Production von Wärme einzig durch die im Innern des entzündeten Theiles vorgehenden chemischen Metamorphosen durchaus außer Zweifel gestellt.

Es ist schon mehrfach die enge Beziehung dargelegt worden, welche zwischen der Aufnahme der Substanzen einerseits und der Erzeugung von Wärme andererseits sich kundgibt; es ist nachgewiesen worden, welchen Einfluß die Temperatur des Klimas, in welchem wir leben, die Art und Weise, wie wir uns ernähren, auf diese verschiedenen, so innig mit einander verknüpften Prozesse haben. Ich darf nur die vielen dort angeführten Beispiele ins Gedächtniß zurückrufen, um zu beweisen, daß die Erzeugung der Wärme ein äußerst wandelbares Moment in der Physiologie ist, deren Hebung oder Herabdrückung einigermaßen, wenn auch nur mittelbar, in unsrer Hand steht. Mittelbar, sage ich; denn es wäre thöricht, die

Aufnahme von Substanzen und die Erzeugung von Wärme so unmittelbar verknüpfen zu wollen, daß kein anderer intermediärer Prozeß dazwischen treten würde. Etwas der Art hat man, deß bin ich sicher, nie behaupten wollen. Wenn man freilich nur die letzten Endresultate der Oekonomie des Körpers in das Auge faßt, so kann man behaupten, die Nahrungsmittel seyen dem Holze gleich zu setzen, das man in den Ofen steckt, damit es verbrenne und Wärme gebe; in dem Ofen, wie in dem thierischen Körper werden die Substanzen freilich am Ende zu Kohlensäure und Wasser verbrannt und weggeführt; allein in dem Ofen geschieht dies unmittelbar, in dem Körper erst durch eine lange Reihe von Zwischenbildungen, deren nähere Verkettung wir freilich bei weitem noch nicht so kennen, als sie es verdienten. Der neu aufgenommene Stoff ist es nicht, der in dem Körper zersetzt wird, sondern der alte unbrauchbar gewordene; je mehr wir aber von diesem letzteren wegschaffen, desto mehr müssen wir auch ersetzen und dessen größerer Zufuhr bedürfen wir demnach nothwendiger Weise. Sobald man die Produktion der Wärme und ihr Verhältniß zu dem Ernährungsprozesse in dieser, durch die Natur der Dinge gebotnen Art betrachtet, so verschwinden alle weitern Schwierigkeiten, die man manchen vielleicht zu schroff hingestellten Behauptungen entgegen warf. Ein Gericht Kartoffeln, das einen bestimmten Gehalt von Kohlenstoff hat, wird am Ende seiner Laufbahn durch den Körper eben so viel Wärme entbunden haben, als eine Portion Branntwein, welche eben so viel Kohlenstoff enthält, allein nichts desto weniger wird ihr unmittelbarer Effect ein durchaus verschiedener seyn. Die Kartoffeln werden langsam verdaut, gehen nur mit Weile in das Blut über und werden zum Ersatze verbrauchter Substanzen verwandt, während die alkoholische Flüssigkeit in äußerst kurzer Zeit aufgesaugt ist und in dem Blute kreist. Allein auch abgesehen von dieser so sehr verschiedenartigen Zeit der Aufnahme, treten gerade bei dem angeführten Beispiele Erscheinungen auf, welche beweisen, daß man auch mittelbaren Einflüssen Rechnung tragen muß. Nicht durch die Menge seines Kohlenstoffes

allein erwärmt der Weingeist, sondern auch durch seine aufreizende Eigenschaft für die Blutcirkulation, die wahrscheinlich durch Nervenwirkung bedingt ist. Das Herz schlägt schneller, das Blut kreist rascher nach dem Genusse weingeistiger Getränke; eine einfache Folge ist die Beschleunigung des Stoffwechsels in dem Körper, und damit auch, wie wir schon auseinander gesetzt haben, eine bedeutendere Produktion von Wärme.

Zum Beschlusse dieses Briefes muß ich nun einer Hypothese erwähnen, die noch jetzt in vielen Köpfen spuckt und deren leicht vorauszusehender Tod erst dann erfolgen wird, wenn die hier entwickelten Ansichten durch genaue experimentelle Thatsachen ihre Bestätigung gefunden haben werden. Diese Hypothese besteht einfach darin, daß man den Nerven oder dem unbekannten Räthsel der Lebenskraft die Erzeugung der thierischen Wärme zuschreibt. Wie man ersteren eine solche Funktion noch ertheilen könne, ist mir unbegreiflich. Ein Glied, an welchem man die Nerven durchschnitten hat, behält darum nichts destoweniger so lange seine normale Temperatur bei, als die Ernährung nicht unter der Lähmung leidet. Den Effekt des Sinkens der Temperatur in diesem Falle aber den Nerven zuschreiben zu wollen, ist durchaus unthunlich. Es ist bekannt, daß Glieder, deren Bewegung aus einem oder dem andern Grunde lange Zeit nicht geübt wurden, in ihrer Ernährung abnehmen und magerer werden; bei Beinbrüchen kann man alltäglich die Erfahrung machen, daß auch das gesunde Bein während des langen Liegens im Bett bedeutend abgemagert ist. Bei Klumpfüßen, wo durch die Difformität des Fußes die Wadenmuskeln ganz außer Thätigkeit kommen, schrumpfen diese ein, ohne daß nur die Nerven im mindesten krankhaft afficirt wären, und die Ernährung nimmt so ab, daß die Kranken beständig Kälte an dem unförmigen Fuße empfinden. Der gleiche Fall tritt bei Lähmungen und Durchschneidungen der Nerven ein, das geringe Sinken in der Temperatur des betreffenden Theils, das meist erst nach Monaten langer Aufhebung des Nerveneinflusses eintritt, kann nur dem Leiden der Ernährung im Ganzen zugeschrieben werden. Um

sich davon zu überzeugen, braucht man nur vergleichende Versuche an Thieren anzustellen, indem man bei dem einen die Blutgefäße der Extremitäten unterbindet, bei dem andern die Nerven durchschneidet. In dem Fuße, wo man die Cirkulation des Blutes unmöglich gemacht hat, kann man die Abnahme der Temperatur von Stunde zu Stunde mit dem Thermometer in der Hand konstatiren; da wo der Nerveneinfluß aufgehoben wurde, ist keine solche Abnahme bemerklich.

Die Lebenskraft endlich gehört zu der Zahl jener Hinterthüren, deren man so manche in den Wissenschaften besitzt und die stets der Zufluchtsort müssiger Geister seyn werden, welche sich die Mühe nicht nehmen mögen, etwas ihnen Unbegreifliches zu erforschen, sondern sich begnügen das scheinbare Wunder anzustaunen. — Die Medizin ist besonders erfinderisch in dieser Beziehung. Guter Gott! was sollte aus der Praxis werden, wenn wir nicht den Rheumatismus, die Hypochondrie und Hysterie hätten; drei jener Rumpelkammern, in welche wir alles werfen, von dem wir nichts Genaueres wissen. Als man die Elektrizität noch nicht kannte, hielt man den Donner für eine übernatürliche Erscheinung, je weiter man aber in der Kenntniß der Natur fortschritt, desto mehr schwand das Geheimnißvolle. Ein gleiches Verhältniß haben wir in der Physiologie; die Lebenskraft ist jenes unbekannte X, das überall im Hintergrunde steht, das stets ausweicht, wo man es fassen will, und dessen Reich um so weiter zurückgedrängt wird, je weiter voran die Wissenschaft ihre Fackel trägt. Zu Anfange noch unsers Jahrhunderts gab es keine Funktion des Körpers, worin nicht dies unbekannte Element der Lebenskraft eine bedeutende Rolle gespielt hätte; die Berufung auf sie zur Erklärung einer vorliegenden Thatsache hat jetzt schon keinen wissenschaftlichen Werth mehr; sie ist nur eine Umschreibung der Unwissenheit.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Vogt, Carl,

Physiologische Briefe für Gebildete aller Stände

Bd.: 1

Stuttgart ; Tübingen (1845)

Anat. 457 h-1/3
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10369679-7